POLAR CONNECTIONS

Planning Canadian Antarctic Research Planification de la recherche antarctique canadienne

Report of an International Workshop Compte rendu d'un colloque international

held at the University of Alberta, Edmonton September 25–27, 2003 tenu à l'Université de l'Alberta, Edmonton 25–27 septembre 2003

Members and Advisers, Canadian Committee for Antarctic Research 2003–04

Dr. Erik Blake
Icefield Instruments Inc., Whitehorse, Yukon

Dr. Kathleen Conlan
Canadian Museum of Nature, Ottawa

Dr. Serge Demers
Institut des sciences de la mer de Rimouski

Dr. Marianne Douglas
Department of Geology
University of Toronto

Dr. Kevin Hall
Geography Programme
University of Northern B.C.

Dr. Wayne Pollard (Chair)
Department of Geography
McGill University

Dr. Peter Suedfeld
University of British Columbia

Dr. Fred Roots (Antarctic Adviser, CPC)
Science Adviser Emeritus, Environment Canada

Dr. Olav Loken
Secretary, CCAR

Membres et conseillers du Comité canadien de la recherche antarctique 2003–2004

M. Erik Blake
Icefield Instruments Inc., Whitehorse, Yukon

Mme Kathleen Conlan
Musée canadien de la nature, Ottawa

M. Serge Demers
Institut des sciences de la mer de Rimouski

Mme Marianne Douglas
Département de géologie
University of Toronto

M. Kevin Hall
Programme de géographie
University of Northern B.C.

M. Wayne Pollard (président)
Département de géographie
Université McGill

M. Peter Suedfeld
University of British Columbia

M. Fred Roots (Conseiller antarctique de la CCAP)
Conseiller scientifique émérite, Environnement Canada

M. Olav Loken
Sécrétaire, CCRA

Polar Connections: Planning Canadian Antarctic Research

Report of an International Workshop
held at the University of Alberta, Edmonton
September 25–27, 2003

Edited by Olav H. Loken, Nicole J. Couture, and Wayne H. Pollard

Connexions polaires Planification de la recherche antarctique canadienne

Compte rendu d'un colloque international
tenu à l'Université de l'Alberta, Edmonton
25–27 septembre 2003

Révisé par Olav H. Loken, Nicole J. Couture et Wayne H. Pollard

Table of Contents

Foreword vii

Executive Summary ix

Introduction xi

1 **Opening Statements** 1

1.1 Workshop Objectives – What We Want to Achieve 1
Wayne Pollard

1.2 The Antarctic Treaty and the International Context 2
Donald Rothwell

2 **Current and Planned Antarctic Research Activities** 4

2.1 Antarctic Geology 4
Franz Tessensohn and Detlef Damaske

2.2 Antarctic Glaciology 5
Robert Bindschadler

2.3 Subglacial Lakes Exploration 7
Ross Powell

2.4 Antarctic Terrestrial Ecosystems 8
Ad Huiskes

2.5 Antarctic Microbial Ecosystems 10
Warwick Vincent, Lyle Whyte, Charles Greer

Table des matières

Avant-propos vii

Sommaire ix

Introduction xi

1 **Déclarations préliminaires** 1

1.1 Objectifs du colloque – Ce que nous voulons accomplir 1
Wayne Pollard

1.2 Le Traité sur l'Antarctique et le contexte international 2
Donald Rothwell

2 **Les travaux de recherche antarctique en cours et activités prévues** 4

2.1 Géologie antarctique 4
Franz Tessensohn et Detlef Damaske

2.2 Glaciologie antarctique 5
Robert Bindschadler

2.3 Exploration des lacs sous-glaciaires 7
Ross Powell

2.4 Les écosystèmes terrestres de l'Antarctique 8
Ad Huiskes

2.5 Les écosystèmes microbiens de l'Antarctique 10
Warwick Vincent, Lyle Whyte, Charles Greer

2.6 Southern Ocean Ecosystems 12
Andrew Clarke

2.7 Astrobiology and Antarctica 14
Chris McKay

2.8 Human Biology and Medicine 16
Peter Suedfeld

3 Organization and Funding of Selected National Antarctic Programs 18

3.1 U.S. Antarctic Program: Responsibilities, Organization, and Funding 18
Karl Erb

3.2 The Organization of Antarctic Science in the United Kingdom 20
Andrew Clarke

3.3 Netherlands Polar Program 22
Ad Huiskes

3.4 Antarctica New Zealand 23
Shulamit Gordon

3.5 German Polar Research 26
Detlef Damaske and Franz Tessensohn

4 The Canadian System 27

4.1 Relevant Canadian Organization and Funding Models 27
Peter Johnson

4.2 NSERC and Antarctic Science 28
Norman Marcotte

5 The International Polar Year 31

5.1 The International Polar Year Planning Group 31
Robert Bindschadler

5.2 Canadian Perspectives on the International Polar Year 32
Peter Johnson

6 Outcomes of Breakout Sessions 34

6.1 Introduction to Session 1: Key Issues and Canadian Expertise 34
Wayne Pollard

6.1.1 Physical Sciences 35
Fritz Koerner

6.1.2 Geosciences 37
Wayne Pollard

6.1.3 Life Sciences 39
Warwick Vincent

6.1.4 Management and Infrastructure 41
Bonni Hrycyk

2.6 Les écosystèmes de l'océan Austral 12
Andrew Clarke

2.7 L'astrobiologie et l'Antarctique 14
Chris McKay

2.8 La biologie humaine et la médecine 16
Peter Suedfeld

3 Organisation et financement de programmes antarctiques nationaux 18

3.1 Le programme antarctique des États-Unis : Responsabilités, organisation et financement 18
Karl Erb

3.2 L'organisation de la science antarctique au Royaume-Uni
Andrew Clarke 20

3.3 Le programme polaire des Pays-Bas 22
Ad Huiskes

3.4 Antarctica New Zealand 23
Shulamit Gordon

3.5 La recherche polaire de l'Allemagne 26
Detlef Damaske et Franz Tessensohn

4 Le système canadien 27

4.1 Organisation canadienne et modèles de financement 27
Peter Johnson

4.2 Le CRSNG et la science antarctique 28
Norman Marcotte

5 L'année polaire internationale 31

5.1 Le groupe de planification de l'année polaire internationale 31
Robert Bindschadler

5.2 Perspectives canadiennes sur l'année polaire internationale 32
Peter Johnson

6 Résultats des ateliers 34

6.1 Introduction à l'atelier 1 : Principaux enjeux et expertise canadienne 34
Wayne Pollard

6.1.1 Sciences physiques 35
Fritz Koerner

6.1.2 Géosciences 37
Wayne Pollard

6.1.3 Sciences de la vie 39
Warwick Vincent

6.1.4 Gestion et infrastructure 41
Bonni Hrycyk

105-06758/

6.2 Introduction to Session 2: Cross-disciplinary Research Themes 43
Wayne Pollard and Warwick Vincent
6.2.1 Landscape Ecology of the Polar Desert Environment 44
Bill Nickling
6.2.2 Ice Observations and Environmental Change 45
Martin Sharp
6.2.3 Contaminants, Biota and Polar Microbial Ecosystems 46
Julia Foght
6.2.4 Framework for Partnerships 48
Olav Loken

7 General Discussion and Comments from Participants 51

8 Closing Remarks 53
Wayne Pollard

Appendix A
Workshop Participants 54

Appendix B
List of Acronyms 57

Appendix C
The Evolution of Antarctic Science 59
Fred Roots

6.2 Introduction à l'atelier 2: Thèmes de la recherche interdisciplinaire 43
Wayne Pollard et Warwick Vincent
6.2.1 Écologie des paysages de l'environnement du desert polaire 44
Bill Nickling
6.2.2 Observations de la glace et changement environnemental 45
Martin Sharp
6.2.3 Contaminants, biote et écosystèmes microbiens polaires 46
Julia Foght
6.2.4 Structure des partenariats 48
Olav Loken

7 Discussion générale et commentaires des participants 51

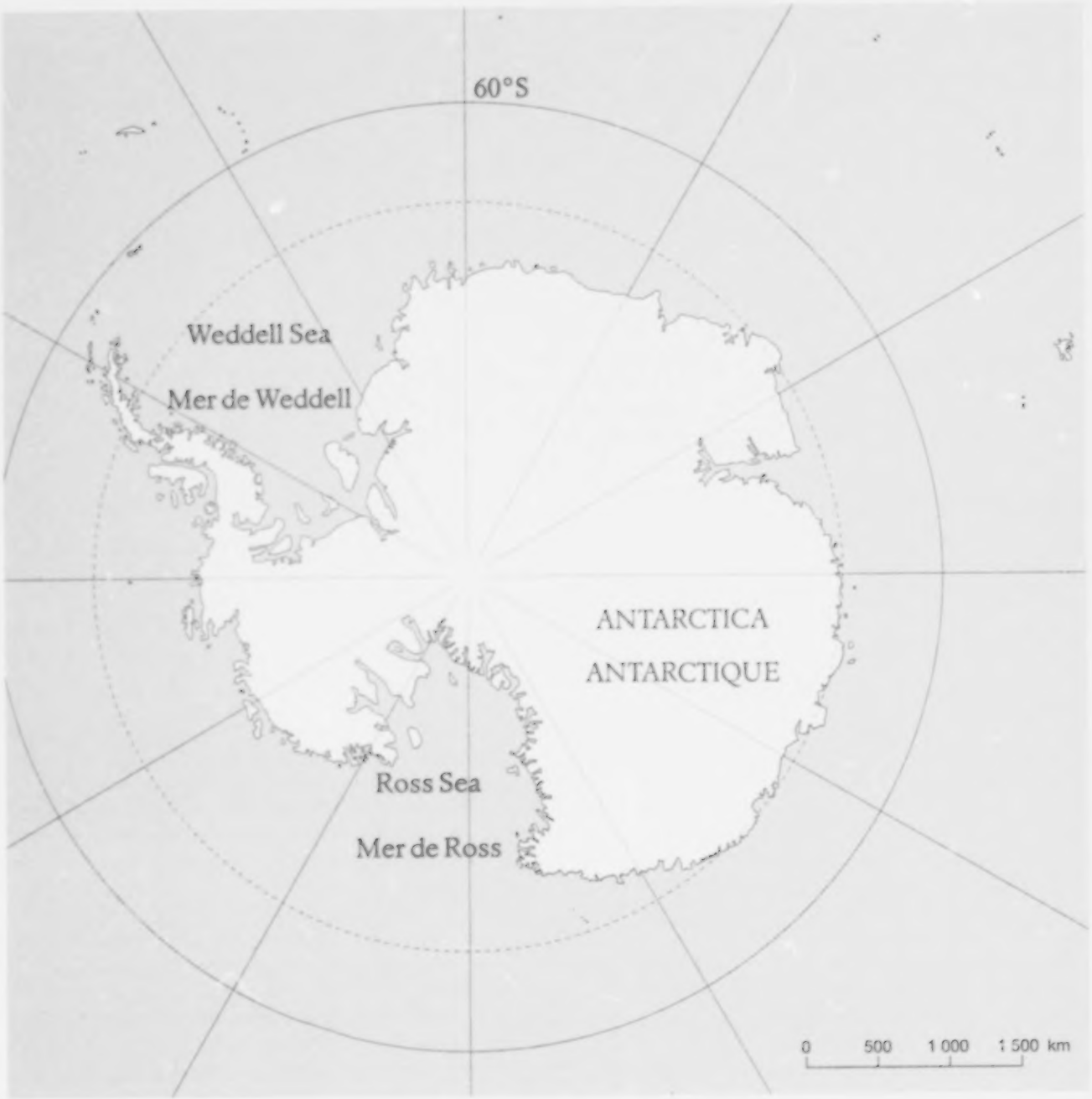
8 Mot de la fin 53
Wayne Pollard

Annexe A
Participants 54

Annexe B
Acronymes 57

Annexe C
L'évolution de la science antarctique 59
Fred Roots

60°S
Weddell Sea
Mer de Weddell
ANTARCTICA
ANTARCTIQUE
Ross Sea
Mer de Ross


60°S
Weddell Sea
Mer de Weddell
ANTARCTICA
ANTARCTIQUE
Ross Sea
Mer de Ross
0 500 1 000 1 500 km

Foreword

This report consists of the proceedings of Polar Connections: A workshop on Canadian Antarctic Research at the University of Alberta in Edmonton on September 25–27, 2003. The workshop, convened by the Canadian Committee for Antarctic Research (CCAR) and the Canadian Polar Commission (CPC), is a logical follow-up to the CPC/CCAR strategy paper, *Antarctic and Bipolar Linkages: A Strategy for Canada*, which makes recommendations and outlines the way in which Canada should continue to increase its research activities in Antarctica.

This workshop was a timely event, coming as it did a few short months before Canada's ratification of the Environmental Protocol. The Government of Canada enacted the Antarctic Environmental Protection Act on December 1, 2003. This was a major milestone in Canada's commitment to Antarctic environmental protection.

The Polar Connections workshop consisted of a series of presentations and break out sessions. Section 1 of this report sets the stage for the two days of the workshop, outlining the workshop goals and providing an overview of the international context of Antarctic research. A thematic examination of current international research being conducted in Antarctica by scientists from around the world is contained in section 2. In section 3, representatives from the United States, Great Britain, the Netherlands, New Zealand, and Germany outline how their countries' Antarctic research programs are organized and funded. Section 4 examines funding and organizational models for a Canadian Antarctic research program. Section 5 outlines some of the international and Canadian activities being planned for the International Polar Year (IPY) in 2007–08, and considers how a Canadian Antarctic research program might fit into the overall IPY context.

Section 6 summarizes the results of the first breakout session, which dealt with key issues in Antarctic research, and ranged from scientific themes (physical sciences, geosciences, and life sciences), through operational considerations, to Canadian strengths in each of the research fields.

The second breakout session, which built on the results of the first and focused on developing a series

Avant-propos

Le présent rapport est le compte rendu de Connexions polaires : un colloque sur la recherche antarctique canadienne tenu à l'Université de l'Alberta, à Edmonton, du 25 au 27 septembre 2003. Le colloque organisé par le Comité canadien de la recherche antarctique (CCRA) et la Commission canadienne des affaires polaires (CCAP) est la suite logique de l'exposé de stratégie de la CCAP/CCRA intitulé *La science antarctique et les liens bipolaires : une stratégie pour le Canada*, qui fait des recommandations et indique comment le Canada devrait s'y prendre pour accroître ses travaux de recherche en Antarctique.

Ce colloque tombait à point nommé puisqu'il a eu lieu quelques mois avant la ratification par le Canada du Protocole relatif à la protection de l'environnement. Le 1er décembre 2003, le gouvernement du Canada a adopté la Loi sur la protection de l'environnement de l'Antarctique. Cette mesure est un jalon important de son engagement à l'égard de la protection de l'environnement antarctique.

Le colloque Connexions polaires comprenait une série de présentations et des ateliers de petits groupes. La section 1 de ce rapport donne le ton, en exposant les buts du colloque de deux jours et en présentant un aperçu du contexte international propre à la recherche antarctique. La section 2 présente l'examen thématique des activités de recherche internationale actuellement menées en Antarctique par des scientifiques des différents pays du monde. Dans la section 3, des représentants des États-Unis, de la Grande-Bretagne, des Pays-Bas, de la Nouvelle-Zélande et de l'Allemagne expliquent comment leur pays organise et finance leur programme de recherche antarctique. La section 4 examine des modèles de financement et d'organisation pour un programme de recherche antarctique canadien. La cinquième section décrit des activités internationales et canadiennes prévues pour l'Année polaire internationale (API) 2007–2008 et indique comment le programme canadien de recherche antarctique pourrait s'intégrer au contexte général de l'API.

La Section six résume les résultats du premier atelier, où les groupes se sont penchés sur les principaux enjeux de la recherche antarctique, allant des thèmes scientifiques (sciences physiques, géosciences et sciences de la vie) aux forces du Canada dans chacun des domaines de recherche, et incluant les considérations opérationnelles.

Le deuxième atelier, qui a mis à profit les résultats du premier, et où les groupes se sont attachés à élaborer une série d'initiatives de recherche pluridisciplinaire qui formeraient la

of cross-disciplinary research initiatives that would provide structure for a Canadian Antarctic research program, is the subject of section 7. The report concludes with a summary and closing remarks in section 8.

I would like to thank all who participated in the preparation of this workshop: Dr. Olav Loken, Dr. Martin Sharp, Ms. Nicole J. Couture, and Mr. Joel Barker and his fellow students from the University of Alberta. Thanks also to the workshop participants who gave so generously of their time and knowledge. Their contribution to the workshop will greatly help the advancement of Canadian research in Antarctica. I would also like to acknowledge the efforts of CCAR members who played a key role in this initiative.

Special thanks to Dr. Fred Roots, Science Adviser Emeritus to Environment Canada and Antarctic Adviser to CPC/CCAR for his unwavering support and guidance in Antarctic research matters, and for his insightful presentation, "The Evolution of Antarctic Science", that is contained in Appendix C.

Our appreciation and special thanks also goes to Dr. Olav Loken, Secretary of CCAR and Dr. Wayne Pollard, Chair of CCAR for their commitment and leadership in pressing forward with the workshop and the development of a Canadian Antarctic Research Program.

Steven C. Bigras
Executive Director, Canadian Polar Commission

structure du programme canadien de recherche antarctique, est l'objet de la Section sept. Le rapport se termine par un résumé et les observations finales, à la section huit.

J'aimerais remercier tous ceux qui ont participé à la préparation de ce colloque : M. Olav Loken, M. Martin Sharp, Mme Nicole J. Couture, M. Joel Barker et ses étudiants de l'Université d'Alberta. Je remercie également les participants qui ont si généreusement donné de leur temps et communiqué leurs connaissances. Leur contribution au colloque aidera grandement à faire avancer la recherche canadienne en Antarctique. J'aimerais aussi souligner les efforts des membres du CCRA qui ont joué un rôle crucial en rapport avec cette initiative.

Je remercie en particulier M. Fred Roots, conseiller scientifique émérite à Environnement Canada et conseiller sur l'Antarctique auprès de la CCAP/CCRA, pour son appui indéfectible, ses directives sur les questions de recherche antarctique et son exposé perspicace intitulé « L'evolution de la science antarctique », qui figure à l'Annexe C.

Un merci spécial aussi à M. Olav Loken, secrétaire du CCRA et à M. Wayne Pollard, président du CCRA, pour leur dévouement et leur leadership en rapport avec l'organisation de l'atelier et l'élaboration du Programme canadien de recherche antarctique.

Steven C. Bigras
Directeur exécutif, Commission canadienne des affaires polaires

Executive Summary

An open international workshop, "Polar Connections", was held at the University of Alberta in September 2003. The primary objective was to develop a framework for a Canadian Antarctic Research Program (CARP) according to a recommendation in *Antarctic and Bipolar Linkages: A Strategy for Canada* published by the Canadian Polar Commission in 2002.

Fifty-five individuals from seven countries and with a great variety of backgrounds participated in the workshop. For many Canadian Antarctic scientists the workshop was the first opportunity to meet and discuss common problems and a unique occasion to think about creating a national research program. This was a marked departure from the usual focus on individual scientific objectives, commonly pursued in cooperation with foreign rather than Canadian colleagues.

The workshop was structured around plenary sessions consisting of a series of presentations by leading international experts in Antarctic science, science management, the Antarctic Treaty System, as well as policy analysts and a representative of the Canadian granting councils. Breakout sessions involving small groups facilitated more detailed discussions of Antarctic scientific challenges relevant to Canadian polar science objectives, appropriate research priorities and management options for a Canadian Antarctic Research Program (CARP). Key considerations included: the expected benefits to Canada from greater engagement in Antarctic science; possibilities for Canada to contribute to the enhancement of global and Antarctic science; and the need to provide a solid knowledge base for the Government of Canada to meet its Antarctic Treaty obligations. The latter was particularly important in view of the regulatory obligations stemming from the anticipated enactment of the Antarctic Environmental Protection Act (AEPA) and ratification of the Protocol on Environmental Protection (The Madrid Protocol), which both occurred on December 1, 2003, shortly after the workshop.

This report contains summaries of the presentations made by invited authorities on topics that included Antarctic science (*e.g.*, glaciology, geology, Southern Ocean ecosystems and astrobiology), management and funding of Canadian science activities, and the status of planning for the International Polar Year (IPY). Included as well are summaries of the breakout session discussions, which identified three themes of particular interest to Canada: Contaminants in Polar Environments; Glaciology/Global Change; and Landscape Ecology of

Résumé

Un colloque international ouvert au public intitulé « Connexions polaires » a eu lieu à l'Université de l'Alberta en septembre 2003. L'objectif principal du colloque était l'élaboration du cadre d'un programme canadien de recherche antarctique (PCRA), conformément à une recommandation du rapport *La science antarctique et les liens bipolaires : une stratégie pour le Canada* publié par la Commission canadienne des affaires polaires en 2002.

Cinquante-cinq personnes qui ont une expérience dans une grande variété de domaines ont participé à l'atelier, et sept pays y étaient représentés. De nombreux scientifiques canadiens qui s'intéressent à l'Antarctique ont pu pour la première fois rencontrer leurs homologues et parler de problèmes communs. Ils ont eu une occasion unique de réfléchir à la création d'un programme canadien de recherche antarctique. Le colloque était nettement différent des réunions habituelles où l'on se concentre sur des objectifs scientifiques individuels pour la recherche d'intérêts communs en collaboration avec des collègues étrangers, au lieu de recourir à des collègues canadiens.

Le colloque comprenait des séances plénières où des exposés sur la science antarctique, la gestion de la science et le système du Traité sur l'Antarctique ont été présentés par des experts de renommée internationale, des analystes des politiques et un représentant des conseils subventionnaires canadiens. Des ateliers de petits groupes ont facilité les débats plus approfondis sur les défis scientifiques de l'Antarctique qui ont quelque chose à voir avec les objectifs de la science polaire canadienne, les priorités de la recherche et les options de gestion en rapport avec le programme canadien de recherche antarctique (PCRA). Les principaux points examinés incluaient : les avantages que le Canada pourrait retirer d'une participation accrue à la science antarctique; les possibilités pour le Canada de contribuer au perfectionnement de la science antarctique et planétaire; et la nécessité de donner au gouvernement du Canada une solide base de connaissances pour qu'il puisse remplir ses obligations aux termes du Traité sur l'Antarctique. Ce dernier point était particulièrement important, compte tenu des obligations réglementaires qui découleront de la promulgation de la Loi sur la protection de l'environnement de l'Antarctique (LPEA) et de la ratification du Protocole au Traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement (le Protocole de Madrid), deux mesures prises le 1er décembre 2003, peu après la tenue du colloque.

Le présent rapport contient les résumés des présentations d'éminents invités sur des sujets comme la science antarctique (glaciologie, géologie, écosystèmes de l'océan Austral et astrobiologie), la gestion et le financement des activités scientifiques canadiennes ainsi que la planification de l'année polaire internationale (API). Il inclut aussi les résumés des ateliers de petits groupes qui ont désigné trois thèmes présentant un intérêt particulier pour le Canada : contaminants en milieu polaire; glaciologie/changement planétaire; et écologie des

Polar Deserts. All three themes have significant bipolar implications and Canadian participation will build on our extensive Arctic experience. In addition, Canada should as far as possible support proposals of high scientific merit outside these core themes, *e.g.*, the exploration of Antarctic subglacial lakes.

Participants supported the recommendation presented in the Strategy Paper that Canada not establish an Antarctic base of its own, but should instead use space at existing bases for field activities. Representatives from foreign Antarctic programs stressed that Canada was most welcome as a more active participant in Antarctic science and that they were very open to cooperation and to sharing field facilities. A proposal to deploy a Canadian icebreaker to Antarctic waters as a research platform for international science teams was strongly supported. One country (Germany) offered to pay part of the cost of such a deployment in return for support for a proposed marine survey.

Funding and management aspects of CARP were also discussed, but given the broader implications further consideration is required. It was agreed that a significant federal contribution targeted specifically for the creation of CARP would be required to demonstrate the government's commitment to the Antarctic Treaty System. Without such a commitment it would be very difficult to attract top scientists to CARP. However, the granting councils would remain key sources of funding for specific research projects. Participation of the granting councils would also ensure effective peer review of proposals and thus maintain high scientific standards.

The workshop demonstrated that Canada has considerable expertise in a variety of fields related to Antarctic science, but given the limited support currently available for Canada to lead research activities few of these experts are able to pursue their Antarctic interests. The establishment of a Canada Research Chair with an Antarctic focus would greatly enhance capability for training polar scientists in Canadian universities. The considerable number of students who participated in the workshop augurs well for the recruitment of polar scientists. It was considered appropriate that Canada establish CARP in time for the International Polar Year. At the same time the title of Canada's Circumpolar Ambassador should be changed to Polar Ambassador.

The Canadian Committee for Antarctic Research and the Canadian Polar Commission are now developing more detailed plans for Canadian Antarctic Research Program, building on input from the workshop and other sources.

paysages des déserts polaires. Les trois thèmes ont d'importantes répercussions sur les deux pôles, et la participation canadienne mettra à profit notre expérience très étendue de l'Arctique. En outre, le Canada devrait autant que possible appuyer les propositions d'un grand mérite scientifique en dehors de ces principaux thèmes, notamment celles qui portent sur l'exploration des lacs sous-glaciaires de l'Antarctique.

Les participants étaient en faveur de la recommandation présentée dans l'exposé de stratégie, selon laquelle le Canada ne devrait pas établir sa propre base antarctique mais plutôt utiliser les locaux des bases existantes pour les travaux sur le terrain. Les représentants des programmes antarctiques étrangers ont dit souhaiter ardemment que le Canada participe davantage à la science antarctique et qu'ils étaient très ouverts à la collaboration et disposés à partager leurs installations sur le terrain. Une proposition préconisant l'utilisation, dans les eaux de l'Antarctique, d'un brise-glace canadien qui servirait de plate-forme de recherche aux équipes scientifiques internationales a été vivement appuyée. Un pays (l'Allemagne) a offert de payer une partie du coût du brise-glace en échange de l'appui à un projet d'enquête sur les milieux marins.

Les débats ont aussi porté sur le financement et la gestion du PCRA, mais compte tenu des répercussions très étendues du programme, une discussion plus poussée s'impose. Les participants ont convenu qu'une importante contribution du gouvernement fédéral pour la création du PCRA serait nécessaire afin de prouver son engagement envers le système du Traité sur l'Antarctique. Sans cet engagement, il sera très difficile d'attirer des scientifiques de haut vol. Cependant, les conseils subventionnaires demeureraient les principaux fournisseurs de crédits à certains projets de recherche. Leur participation aurait aussi l'avantage de garantir un examen par les pairs efficace pour les propositions, ce qui assurerait le maintien de normes scientifiques élevées.

Le colloque a montré que le Canada possède un savoir-faire considérable dans une variété de domaines liés à la science antarctique, mais comme actuellement les Canadiens ne reçoivent qu'une aide limitée pour diriger des recherches, peu d'experts sont en mesure de poursuivre leurs ambitions antarctiques. La création d'une chaire de recherche du Canada axée sur l'Antarctique augmenterait beaucoup la capacité de former des scientifiques des affaires polaires dans les universités canadiennes. Le grand nombre d'étudiants qui ont participé au colloque favorisera le recrutement de scientifiques des affaires polaires. Les participants estimaient souhaitable que le Canada mette sur pied le PCRA à temps pour l'API. On a aussi proposé de changer le titre du poste d'ambassadeur aux affaires circumpolaires qui deviendrait le poste d'ambassadeur polaire.

Le Comité canadien de la recherche antarctique et la Commission canadienne des affaires polaires sont en train d'élaborer des plans plus détaillés pour le programme canadien de recherche antarctique, en misant sur l'apport du colloque et d'autres sources.

Introduction

Numerous Canadians have conducted research in Antarctica during the last few decades. However, in the absence of a Canadian Antarctic Program, Canadians participate as part of the national programs of other countries. The possibility of creating a Canadian focus for research in Antarctica was first seriously discussed in 1993 when the newly established Canadian Polar Commission (CPC) held a workshop to consider the issue. Workshop participants supported the idea and established a small committee to examine the issue. As a result, Canada became an associate member of the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) in the following year and in 1998 was admitted as a full member of SCAR. As a condition of full membership, the CPC established the Canadian Committee for Antarctic Research (CCAR) as the national committee to interface with SCAR.

The Committee started development of a strategy for Antarctic science, and in 2002 published, along with the CPC, *Antarctic Science and Bipolar Linkages: A Strategy for Canada*, a comprehensive report on Canada-Antarctic relations with emphasis on science. It made three recommendations to the Government of Canada. The first called for the establishment and funding of a Canadian Antarctic Research Program (CARP), the second, for early ratification of the Antarctic Treaty's Environmental Protocol and the third, for more active Canadian participation in the Antarctic Treaty's Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR).

To address the first of these recommendations, CCAR conceived of the Polar Connections workshop. The workshop was an open meeting, designed to seek input from a broad variety of stakeholders to develop the framework for a Canadian Antarctic Research Program. The results would be presented to the government for funding.

During the planning stages of the Polar Connections workshop, the recommendations in the "strategy paper" were just that, but by the time the workshop was held in Edmonton in September 2003, a number of advances had been made: Bill C-42 (the Antarctic Environmental Protection Act, a prerequisite for Protocol ratification) had been introduced in Parliament, passed

Introduction

Bon nombre de Canadiens ont fait des recherches en Antarctique au cours des dernières décennies. Cependant, comme le Canada n'a pas de programme antarctique les Canadiens participent aux programmes nationaux des autres pays. La possibilité de mettre sur pied un centre canadien pour la recherche en Antarctique a été sérieusement débattue en 1993, quand la Commission canadienne des affaires polaires (CCAP), qui venait d'être créée, a tenu un colloque à cette fin. Les participants étaient en faveur d'un tel projet; ils ont formé un petit comité chargé d'examiner la question. Ainsi, l'année suivante le Canada est devenu membre associé du Comité scientifique pour les recherches antarctiques (CSRA) et en 1998, il a été admis comme membre à part entière du CSRA. Pour remplir la condition d'admissibilité, la CCAP a créé le Comité canadien de la recherche antarctique (CCRA), le comité national qui assure la liaison avec le CSRA.

Le CCRA a commencé à élaborer une stratégie pour la science antarctique, et en 2002 la CCAP/ CCRA a publié *La science antarctique et les liens bipolaires : une stratégie pour le Canada*, un rapport détaillé sur les relations Canada-Antarctique qui mettait l'accent sur la science. Ce rapport faisait trois recommandations au gouvernement du Canada. La première demandait la création et le financement d'un programme canadien de recherche antarctique (PCRA), la deuxième, la ratification au plus tôt du Protocole au Traité sur l'Antarctique, relatif à la protection de l'environnement, et la troisième l'accroissement de la participation canadienne à la Convention du Traité sur l'Antarctique sur la conservation de la faune et de la flore marines de l'Antarctique (CCAMLR).

Pour donner suite à la première recommandation, le président du CCRA, M. Wayne Pollard, a eu l'idée d'organiser le colloque Connexions polaires. Cette assemblée publique devait inciter divers intervenants à collaborer à l'élaboration de la structure du programme canadien de recherche antarctique. Les résultats devaient être communiqués au gouvernement pour l'obtention du financement nécessaire.

Aux étapes de la planification du colloque, les recommandations présentées dans l'« exposé de stratégie », demeuraient comme telles mais lorsque le colloque a eu lieu, à Edmonton, en septembre 2003, des progrès avaient été faits : le projet de loi C-42 (la Loi sur la protection de l'environnement de l'Antarctique, préalable à la ratification du Protocole) avait été déposé au Parlement, puis adopté par la Chambre des communes, et il figurait déjà au programme du Sénat. Le

by the House of Commons and was already on the Senate agenda. The Government had also acted with regard to CCAMLR and had agreed to implement the Catch Documentation Scheme, a significant step towards implementing the third recommendation. These developments gave an air of optimism to the workshop discussions and contributed significantly to its success. They also raised the level of expectation, among Canadian as well as foreign participants, that Canada is re-assessing its role in Antarctica.

With 55 participants from a wide variety of backgrounds and representing seven countries, the workshop was the largest gathering ever held in Canada to focus on Antarctic research. It was very successful and generated a number of ideas and suggestions to build on. We thank all the participants for their enthusiastic participation.

Polar Connections was made possible by the Department of Foreign Affairs and International Trade's Going Global Program and the Natural Sciences and Engineering Research Council. The University of Alberta also provided extensive in-kind support, and McGill University's Centre for Climate and Global Change Research contributed in-kind and financial support. We extend our sincere thanks to all groups for their contributions.

Olav H. Loken, Nicole J. Couture, and
Wayne H. Pollard
February 2004

gouvernement avait aussi pris des mesures en rapport avec la CCAMLR et convenu d'appliquer le système de documentation sur les prises, ce qui représente une avance notable pour la mise en œuvre de la troisième recommandation. Ces développements ont donné un ton optimiste aux débats du colloque et grandement contribué à son succès. Ils ont aussi élevé le niveau des attentes des participants canadiens et étrangers, qui souhaitent que le Canada réévalue son rôle dans l'Antarctique.

Avec ses cinquante-cinq participants qui représentaient une grande variété de domaines et sept pays, le colloque a été la plus grande rencontre sur la recherche antarctique qui ait eu lieu au Canada. Il a eu beaucoup de succès et a généré un certain nombre d'idées et de suggestions. Nous remercions tous les participants de leur apport enthousiaste.

Connexions polaires a été organisé grâce au programme de S-T Horizon le monde du ministère des Affaires étrangères et du Commerce international et au Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie. L'Université de l'Alberta a fourni un appui. Le Centre for Climate and Global Change Research de l'Université McGill a apporté un soutien en nature et financier, et Ressources naturelles Canada a fourni une aide financière supplémentaire. Nous remercions sincèrement tous les groupes de leur contribution.

Olav H. Loken, Nicole J. Couture et Wayne H. Pollard
Février 2004

1 Opening Statements

1.1 Workshop Objectives – What We Want to Achieve

Wayne H. Pollard
Chair,
Canadian Committee for Antarctic Research

I would like to welcome you to Edmonton and to the Polar Connections workshop. Our goal is to define a framework and priorities for a Canadian Antarctic Research Program (CARP) built on Canada's strengths in polar science and technology. To that end, we have brought together Canadian researchers, internationally recognized scientists, representatives of foreign Antarctic programs, Canadian funding agencies, and policy analysts. I want to take this opportunity to thank you all for agreeing to participate in this exercise; your contribution is an important component. I recognize that travelling here involved considerable time and effort, especially for our international guests, and we do appreciate your involvement. I would like to offer thanks as well to the University of Alberta for kindly agreeing to host Polar Connections, and to Prof. Martin Sharp and a number of his students who helped set up and run the workshop. I also want to acknowledge the efforts of Dr. Olav Loken, the Canadian Committee for Antarctic Research Secretary, who organized this activity. Nicole Couture has agreed to act as rapporteur for the workshop.

Polar Connections is a capacity building and science planning workshop. Specific aims over the next several days include:

- identifying key Antarctic scientific challenges and programs relevant to Canadian polar science objectives
- defining research priorities for a Canadian Antarctic Research Program based on existing strengths in polar science
- beginning to build science teams around the research priorities and to begin developing preliminary research proposals
- addressing management and funding issues

The workshop has two main foci: the identification of scientific strategies and activities to be included in CARP and related management and funding issues. To

1 Déclarations préliminaires

1.1 Objectifs du colloque – Ce que nous voulons accomplir

Wayne H. Pollard
Président,
Comité canadien de la recherche antarctique

J'aimerais vous souhaiter la bienvenue à Edmonton et au colloque Connexions polaires. Nous avons pour but d'établir la structure et les priorités du programme canadien de recherche antarctique (PCRA) qui misera sur les forces du Canada en science et technologie polaires. C'est pourquoi nous avons réuni des chercheurs canadiens, des scientifiques de renommée internationale, des représentants des programmes antarctiques d'autres pays, des organismes de financement canadiens ainsi que des analystes des politiques. J'aimerais profiter de cette occasion pour vous remercier tous d'avoir accepté de participer à cet exercice. Votre contribution est importante. Je sais que vous (surtout nos invités de l'étranger) avez mis beaucoup de temps et d'énergie pour venir ici, et nous vous en sommes reconnaissants. J'aimerais aussi remercier l'Université de l'Alberta qui a aimablement accepté d'accueillir le colloque et le Pr Martin Sharp, ainsi qu'un certain nombre de ses élèves qui ont aidé à préparer le colloque. Je tiens aussi à souligner les efforts de M. Olav Loken, secrétaire du Comité canadien de la recherche antarctique, qui a organisé cette activité.

Connexions polaires est un colloque de renforcement des capacités et de planification scientifique. Ses buts pour les jours à venir sont les suivants :

- reconnaître les principaux obstacles à la science antarctique et définir des programmes en rapport avec les objectifs de la science polaire canadienne
- fixer les priorités du programme canadien de recherche antarctique en tenant compte des forces du Canada en science polaire
- commencer à former des équipes de scientifiques en fonction des priorités et à élaborer des propositions préliminaires
- examiner les questions de gestion et de financement

Le colloque s'intéresse à deux principaux points : la détermination des stratégies et activités scientifiques à inclure dans le PCRA ainsi que les questions de gestion et de financement. Nous avons donc invité un certain nombre de scientifiques de renommée internationale qui s'intéressent à

achieve this we have invited a number of internationally recognized Antarctic scientists to provide overviews of current and planned Antarctic scientific activities within their respective areas of expertise. Their presentations form the background for breakout sessions to identify relevant Canadian expertise and areas of principle scientific interest for inclusion in CARP. The second item is addressed in a similar way: by presentations from representatives of foreign Antarctic programs about how they are organized and funded. This is followed by comments on the Canadian research infrastructure, and breakout groups which consider how CARP fits in the broader picture.

A special session is devoted to discussing the upcoming International Polar Year (IPY) in 2007–08, and how Canada will participate. Consideration is being given to deploying a Canadian icebreaker such as the CGS *Louis St. Laurent* for the Antarctic field season of 2007–08. Given the present effort to define the Canadian program for IPY, it is clear that the proposed CARP can become a key element in enriching Canada's contribution so that, in applying to both Arctic and Antarctic, it becomes truly polar.

l'Antarctique à venir présenter un aperçu des activités scientifiques en cours et des travaux prévus dans leur champ de compétence. Leurs présentations donnent un point de départ aux ateliers où les participants souligneront le savoir-faire canadien et indiqueront les principaux domaines d'intérêt à inclure dans le PCRA. Nous avons adopté une formule semblable pour le deuxième point : les représentants des programmes antarctiques des autres pays fourniront des explications sur l'organisation de leur programme. Après, nous entendrons des commentaires sur l'infrastructure de recherche du Canada, et aux ateliers les groupes essaieront de déterminer comment le PCRA s'intègre à l'ensemble.

Une séance spéciale est consacrée aux discussions sur l'Année polaire internationale (API) de 2007–2008 et sur le mode de participation du Canada. On envisage d'utiliser un brise-glace canadien comme le GCC *Louis St-Laurent* pour les travaux sur le terrain en Antarctique durant la saison 2007–2008. Compte tenu des actuelles tentatives en vue d'établir le programme canadien pour l'API, le PCRA proposé pourrait certainement devenir un élément clé de l'enrichissement de la contribution canadienne, et le programme appliqué à l'Arctique et à l'Antarctique serait réellement polaire.

1.2 The Antarctic Treaty and the International Context

Donald Rothwell
Director,
Sydney Centre for International and Global Law,
University of Sydney, Australia;
Visiting Professor,
University of Victoria, Canada

The 1959 Antarctic Treaty defines Antarctica as the Antarctic continent, including ice shelves, and the adjacent seas and ocean up to 60° S. The Treaty, which came into force in 1961, sought to settle simmering tensions that existed over Antarctic sovereignty and a key provision is a freeze placed on the assertion of sovereignty and new territorial claims. The Treaty also sought to promote scientific research and peaceful use of the continent. Initially, there were 12 state parties to the Treaty, and they have been joined by another 15 states that have acceded to the treaty and have gained consultative party status. In addition, there is another group of states who have acceded to the treaty but have not reached consultative party status (including Canada), bringing to 45 the total membership of the treaty.

The Antarctic Treaty has been expanded into

1.2 Le Traité sur l'Antarctique et le contexte international

Donald Rothwell
Directeur,
Sydney Centre for International and Global Law,
Université de Sydney, Australie;
professeur invité,
Université de Victoria, Canada

Selon le Traité sur l'Antarctique de 1959, l'Antarctique est le continent antarctique qui comprend les plates-formes de glace ainsi que les mers environnantes et l'océan jusqu'à 60° S. Ce traité, qui est entré en vigueur en 1961, visait à aplanir les tensions latentes à propos de la souveraineté dans l'Antarctique, et l'une de ses principales dispositions concerne le blocage des affirmations de souveraineté et des nouvelles revendications territoriales. Il visait aussi à promouvoir la recherche scientifique et l'utilisation pacifique du continent. Au début, 13 États étaient parties au Traité. Plus tard, 14 autres s'y sont ralliés et ont acquis le statut de partie consultative. D'autres États (dont le Canada) se sont ralliés au Traité mais n'ont pas obtenu le statut de partie consultative. En tout, 45 sont des pays membres.

Le Traité sur l'Antarctique étendu est devenu le système du Traité sur l'Antarctique qui inclut trois instruments internationaux supplémentaires. La Convention pour la protection

the Antarctic Treaty System which includes three additional international instruments. The 1972 Convention for the Conservation of Antarctic Seals (CCAS) deals with the conservation and management of Antarctic seals. The 1980 Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR) has a focus on the management of Southern Ocean marine living resources taking an ecosystem approach to environmental management. The 1991 Madrid Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty prohibits mining and establishes a comprehensive environmental protection regime.

Acceding states can achieve Antarctic Treaty Consultative Party (ATCP) status "by conducting substantial scientific research activity there, such as the establishment of a scientific station or the dispatch of a scientific expedition". Given the current costs and environmental impact implications of such activities, preferable options might be to engage in joint expeditions, the sharing of facilities, or reactivate abandoned facilities. Scientific expeditions also involve major costs, and alternatives include working within an existing scientific research program or organizing joint expeditions with other nations. Having a clear national Antarctic scientific program is therefore important.

Challenges currently facing the Antarctic regime include a number of environmental matters such as bioprospecting, the health of Antarctic wildlife, and climate change. Tourism to Antarctica has risen significantly in the past decade, and the environmental impact of this increase, as well as the need for emergency response measures, require further consideration. Illegal Southern Ocean fishing has also become a problem.

To date, Canada has been less engaged in Antarctic affairs than other Arctic nations such as Finland or Sweden. Achieving ATCP consultative status would be an important next step for Canada, and Canadian ratification of the Madrid Protocol is a significant advance towards this goal. Science remains the key currency of influence in Antarctica, and the development of a Canadian Antarctic Research Program is therefore pivotal to advancing Canada's interests in the Antarctic.

des phoques de l'Antarctique (CCAS) de 1972 traite de la préservation et de la gestion des phoques de l'Antarctique. La Convention sur la conservation de la faune et de la flore marines de l'Antarctique (CCAMLR) de 1980 concerne la gestion des ressources biologiques marines de l'océan Austral. Elle s'appuie sur l'approche des écosystèmes en matière de gestion environnementale. Le Protocole de Madrid de 1991 au Traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement interdit l'exploitation minière et établit un régime général de protection de l'environnement.

Les États qui adhèrent au Traité peuvent devenir partie consultative (ATCP) « en menant des activités substantielles de recherche scientifique telles que l'établissement d'une station ou l'envoi d'une expédition ». Compte tenu du coût de telles activités et de leurs répercussions sur l'environnement, il pourrait être préférable d'opter pour des expéditions conjointes, de partager les installations ou de réactiver des installations abandonnées. Les expéditions scientifiques entraînent aussi des coûts élevés; les solutions de rechange incluent les travaux dans le cadre d'un programme de recherche scientifique existant ou l'organisation d'expéditions avec d'autres pays. Il est donc important d'avoir un programme scientifique antarctique bien défini.

Les difficultés auxquelles est confronté le régime antarctique incluent un certain nombre de questions environnementales comme la bioprospection, la santé de la faune de l'Antarctique et le changement de climat. Le tourisme en Antarctique a connu une hausse spectaculaire au cours des dix dernières années, et les répercussions de cette hausse sur l'environnement ainsi que la nécessité de prendre des mesures d'urgence exigent un examen approfondi du dossier. La pêche illégale dans l'océan Austral est aussi devenue un problème.

Jusqu'ici, l'intervention du Canada dans les affaires antarctiques a été inférieure à celle des autres pays de l'Arctique, notamment la Finlande et la Suède. L'obtention du statut de partie consultative au Traité serait une étape importante pour le Canada, et sa ratification du Protocole de Madrid marque une avance considérable dans ce sens. La science demeure le principal facteur d'influence dans l'Antarctique, et l'élaboration d'un programme canadien de recherche antarctique est cruciale pour faire progresser les intérêts du Canada dans l'Antarctique.

2 Current and Planned Antarctic Research Activities

2.1 Antarctic Geology

Franz Tessensohn and Detlef Damaske
Federal German Geological Survey (BGR), Germany

Geologically, Antarctica holds great interest and there are a number of general justifications for carrying out geological research on the continent. In addition to being one of the Earth's major lithospheric plates, Antarctica contains a number of unique geological localities, such as the 3800 million year old crustal rock of Enderby Land, or the subglacial Lake Vostok found under three kilometres of ice. The continent provides some good evidence for plate tectonic processes such as continental accretion in the Andean and Ross orogens, and continental rifting and associated volcanism in the Ross Sea Rift area. Exceptional archives of past climates can be found: high resolution inland ice and lake sediments provide clues to the last 420,000 years, older evidence of glacial history is provided by sediments on the continental margins, and terrestrial sediments give information on continental climate for the last 100 million years.

To date, much of the geological mapping of the continent has been done in the mountains to the west of the Antarctic Shield and around the margins. The geology of the region is more complex than it first appears, but understanding it is providing a wealth of information. For example, paleomagnetic latitude investigations in Antarctica have helped in our reconstruction of early supercontinents in Earth's history. Other reconstruction tools include Antarctic mountain ranges which demonstrate the direct connections between North America and Antarctica, especially on Rodinia, the first supercontinent, and a number of fold belts which show the links that existed between Australia and Antarctica on Gondwana, the second supercontinent. Old oceanic crust is preserved in the Ross Orogen, so Antarctica also provides a better understanding of the early history of the southern Pacific Ocean.

The continent promises to yield even further information in the future. The international drilling program from the sea ice at Cape Roberts has provided an

2 Les travaux de recherche antarctique en cours et activités prévues

2.1 Géologie antarctique

Franz Tessensohn et Detlef Damaske
Étude géologique de l'Allemagne fédérale (BGR), Allemagne

Sur le plan géologique, l'Antarctique présente un grand intérêt, et les raisons d'effectuer des recherches géologiques sur le continent sont nombreuses. En plus d'être l'une des plus grandes plaques lithosphériques de la Terre, l'Antarctique présente des caractéristiques géologiques uniques, comme la roche crustale de 3800 millions d'années d'Enderby Land, ou le lac sous-glaciaire Vostok qui s'étend sous trois kilomètres de glace. Le continent présente d'intéressantes preuves des processus relevant de la tectonique des plaques, notamment l'accrétion continentale dans les orogènes des Andes et de Ross, les rifts continentaux et l'activité volcanique qu'ils provoquent dans la région de la mer de Ross. On y trouve des archives exceptionnelles du climat du passé: la glace terrestre et les sédiments des lacs à haute résolution fournissent des indices sur les 420000 dernières années, les sédiments des marges continentales apportent des preuves plus anciennes de l'histoire glaciaire, et les sédiments terrestres nous renseignent sur le climat du continent pour une période de 100 millions d'années.

Jusqu'ici, une grande partie de la cartographie géologique du continent a été effectuée dans les montagnes à l'ouest du plateau antarctique et autour des marges. La géologie de la région est plus complexe qu'on pourrait le croire à première vue, mais sa compréhension apporte une mine de renseignements. Exemple: les études paléomagnétiques en Antarctique nous ont aidés à reconstituer les supercontinents de l'histoire de la Terre. Les autres outils de reconstitution incluent les chaînes de montagnes antarctiques qui montrent le lien direct entre l'Amérique du Nord et l'Antarctique, surtout sur Rodinia, le premier supercontinent, ainsi qu'un certain nombre de zones de plissement qui montrent le lien qui a déjà existé entre l'Australie et l'Antarctique sur la Gondwanie, le deuxième supercontinent. L'ancienne croûte océanique est préservée sur l'orogène de Ross; l'Antarctique permet donc de mieux comprendre l'histoire des débuts de l'océan Pacifique Sud.

Le continent pourrait fournir encore plus de renseignements à l'avenir. Le programme international de forage dans la glace de mer mené à Cape Roberts a apporté une quantité

incredible amount of information on long-term climatic change, and the follow-up project, Antarctic Drilling Program (ANDRILL), which is currently in preparation will hopefully fill in the remaining gaps in the glacial and climatic history of Antarctica. Another ongoing international initiative is the SCAR Group of Specialists on Antarctic Neotectonics (ANTEC) project; its main objective is to understand the geodetic movement of the Antarctic plate. One of the biggest challenges in Antarctic geological research is that of ice-covered areas; a number of geophysical methods, however, are invaluable in our attempts to decipher the continent's subglacial geology. The International Polar Year (IPY) in 2007 will hopefully enable an additional part of the Antarctic geological puzzle to be solved, since one of the planned foci of the IPY is the study of geological "gateways", the narrow passages responsible for the development of the circumpolar ocean currents and (possibly?) the climatic isolation of Antarctica.

2.2 Antarctic Glaciology

Robert Bindschadler
Goddard Space Flight Center, National Aeronautics and Space Administration (NASA), U.S.A.

Much of what most people know about Antarctic glaciology is learned from news reports. So, for instance, the March 2002 break up of the Larsen B Ice Shelf made the general public aware that increasing summer melt is accelerating the general disintegration of Antarctic ice shelves. Major events such as this are an opportunity for the public to gain some understanding of glaciological processes in Antarctica, but they also provide a catalyst for scientists to delve into some of the many unanswered questions about the Antarctic ice sheet. The dramatic headlines tell us that the Larsen B Ice Shelf broke up, but how important was water-wedging in propagating fractures in the ice shelf? How much does domino slab shoving contribute to break up? Is it possible to predict the next collapse of an ice shelf? How does the grounded ice respond to changes in the shelf? We still don't fully understand the development and mechanics of rifting and calving, the role of tidal flexure in calving processes, or the effect that icebergs have on biological activity.

News reports of the "freezer door being left open" – continental cooling and a positive mass balance for the Antarctic ice sheet – are somewhat misleading. The continent is definitely warming, as shown by

incroyable de renseignements sur les changements climatiques à long terme, et le projet de suivi, programme de forage antarctique (ANDRILL), en cours de préparation, devrait combler les lacunes de l'histoire glaciaire et climatique de l'Antarctique. Une autre initiative internationale en cours est le projet du groupe de spécialistes de la néotectonique antarctique du CSRA (ANTEC); l'objectif principal est la compréhension du mouvement géodésique de la plaque antarctique. L'un des plus gros défis de la recherche géologique sur l'Antarctique provient des zones couvertes de glace; cependant, un certain nombre de méthodes géophysiques sont des outils inestimables qui facilitent nos tentatives de déchiffrer la géologie sous-glaciaire du continent. L'Année polaire internationale (API), en 2007, devrait apporter un morceau supplémentaire au casse-tête de la géologie antarctique puisque l'une des priorités de l'API est l'étude des « accès » géologiques, passages étroits à l'origine de la progression des courants océaniques circumpolaires (et peut-être?) de l'isolement climatique de l'Antarctique.

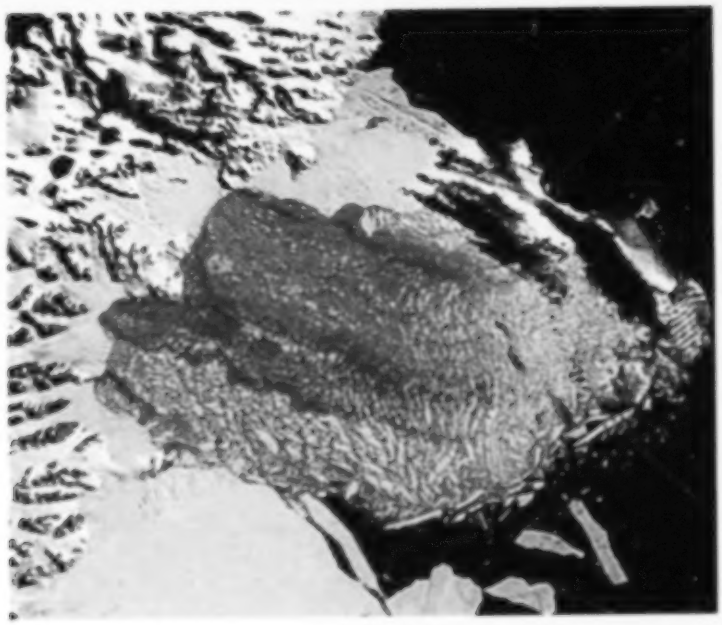
2.2 Glaciologie antarctique

Robert Bindschadler
Goddard Space Flight Center, National Aeronautics and Space Administration (NASA), É.-U.

La plupart des gens sont mis au courant des faits concernant la glaciologie antarctique surtout par les résumés des nouvelles. Donc, l'annonce de la rupture de la plate-forme de glace Larsen B, en mars 2002, par exemple, a fait savoir au grand public que la fonte estivale qui s'accroît accélère la désintégration générale des plates-formes de glace dans l'Antarctique. Les événements majeurs comme celui-ci permettent au public de comprendre dans une certaine mesure les processus glaciologiques en cours en Antarctique, mais ils sont aussi des catalyseurs qui incitent les scientifiques à se pencher sur de nombreuses questions demeurées sans réponse à propos de l'inlandsis antarctique. Les gros titres impressionnants nous disent que la plate-forme de glace Larsen B s'est brisée, mais à quel point la formation d'un biseau d'eau provoque-t-elle des fractures dans l'inlandsis? Dans quelle mesure l'effet domino de poussée des plaques contribue-t-il à la dislocation? Est-il possible de prédire le prochain effondrement d'une plate-forme de glace? Comment la glace ancrée réagit-elle aux changements dans la plate-forme? Nous ne comprenons pas encore parfaitement l'évolution et la mécanique du rifting et du vêlage, le rôle de la flexure de marées dans les processus de vêlage, ou l'effet des icebergs sur l'activité biologique.

Les nouvelles fournies sur « la porte du congélateur restée ouverte » – le refroidissement du continent et bilan massif positif pour l'inlandsis antarctique – sont plutôt trompeuses.

Break up of the Larsen B Ice Shelf in March 2002.



La dislocation de la plate-forme de glace Larsen B en mars 2002.

temperature monitoring using satellite thermal imaging and monitoring of sea ice extent. Research in these areas continues, but sea ice thickness or volume will provide important answers to climate change questions. Glaciological studies in Antarctica provide us with the chance to understand shifts in climate. Ice cores provide us with information from recent as well as past climates. Researchers are hoping to extract a core from West Antarctica that will provide annual resolution of climatic changes. Although the Vostok ice core demonstrates the correlation between temperature changes and changes in carbon dioxide (CO_2) levels, higher resolution data will help to resolve the question of which came first.

Questions remain to be answered about the possible collapse of the West Antarctic ice sheet. It is quite active and is thinning rapidly, especially near the coast. Most observations to date have been made by satellite and point to an imminent collapse; surface measurements could provide better clues about what to expect. Similarly, more mass balance work is needed to get a better understanding of how the Antarctic ice sheet contributes to sea level rise, since present measurements of sea level contributors account for only $^2/_3$ of the observed rise. Past records show that the ice sheet has responded rapidly to changes in climate, but whether it will respond as rapidly in the future is unknown.

The dynamics of the ice sheet itself present research challenges, but what occurs beneath the ice has also captured popular and scientific imagination; so, for example, the potential for exotic life in subglacial lakes such as Lake Vostok provides opportunities for

Il ne fait aucun doute que le continent se réchauffe, comme le montrent les systèmes de surveillance des températures par images thermiques satellites et les procédés d'observation de l'étendue de la glace marine. La recherche dans ces domaines se poursuit, mais l'épaisseur ou le volume de la glace de mer apportera des réponses importantes aux questions sur le changement de climat. Les études glaciologiques menées en Antarctique nous permettent de comprendre les variations de climat. Les carottes de glace nous fournissent des renseignements sur les climats récents et des époques passées. Les chercheurs espèrent extraire une carotte de l'Antarctique Ouest qui fournira une résolution annuelle pour les changements de climat. Même si la carotte de glace de Vostok montre la corrélation entre les changements de température et les changements dans les niveaux de dioxyde de carbone (CO_2), les données à plus grande résolution aideront à déterminer lequel des deux phénomènes s'est produit en premier.

On n'a pas encore trouvé de réponse à certaines questions sur l'éventuelle rupture de la plate-forme glaciaire de l'Antarctique Ouest. Celle-ci bouge et s'amincit rapidement, surtout près de la côte. Jusqu'ici, la plupart des observations ont été faites par satellite et laissent prévoir un effondrement imminent; les mesures prises à la surface pourraient fournir de meilleurs indices sur ce à quoi on doit s'attendre. Parallèlement, d'autres travaux sur le bilan massique s'imposent si l'on veut mieux comprendre comment la plate-forme glaciaire antarctique contribue à l'élévation du niveau des mers, puisque les actuelles mesures des facteurs d'élévation comptent seulement pour les $^2/_3$ de l'élévation observée. Les indices du passé montrent que la plate-forme glaciaire a réagi rapidement aux changements de climat, mais on ne sait pas si les réactions seront aussi rapides à l'avenir.

La dynamique de la plate-forme de glace comme telle présente des défis pour les chercheurs, mais les phénomènes

expanding our understanding of the Antarctic environment. Research in Antarctica has answered many of the questions we had about physical systems at both the continental and the global scale, but there are still myriads more.

2.3 Subglacial Lakes Exploration

Ross Powell
Northern Illinois University, U.S.A.

Subglacial lakes were first discovered in Antarctica in 1961 when Russian pilots observed some unusually flat areas on the ice surface. A few years later, seismic data established the existence of liquid water lakes under the ice. In the mid-1970's, radio-echo sounding confirmed the existence of Lake Vostok directly below Vostok Station, the main Russian scientific base. There followed a long hiatus in Antarctic subglacial lake research until a flurry of activity in the 1990's which culminated in the establishment by SCAR in 2000 of the Subglacial Antarctic Lake Exploration Group of Specialists (SALEGOS).

During this time, our understanding of Lake Vostok has evolved considerably. The lake is located well in the interior of the East Antarctic Ice Sheet beneath almost four kilometers of ice. The lake floor is more than 600 m below sea level and steep walls rise to more than 1000 m above the lake surface. There is a gradient of ice thickness above the lake, ranging from 4300 m to north to 3700 m to the south. Geophysical data suggest that the lake is located in a subduction trough near a very old crustal margin. The current Antarctic Ice Sheet began to grow about 30 million years ago, but its volume has fluctuated in cycles. It is therefore difficult to determine exactly how long Lake Vostok has been isolated from outside influences by the ice, but it may have been cut off for millions of years.

So what are the current ideas about how the modern lake works? A 3623 m core from the ice sheet above Lake Vostok reveals that below the glacial ice is over 200 m of lake ice that has frozen to the bed of the glacier. Models suggest that ice accretion generally occurs in the southeastern area of the lake, and that melting may be occurring in other areas. The chemistry of the accreted lake ice is similar to that of other subglacial environments. Clathrates, which form under low temperature and high pressure conditions, have

sous-glaciaires ont aussi frappé l'imagination des gens ordinaires et des scientifiques. Donc, les formes de vie exotiques qui pourraient exister dans les lacs sous-glaciaires comme le lac Vostok, par exemple, nous donnent l'occasion d'en apprendre davantage sur le milieu antarctique. La recherche en Antarctique a répondu à bien des questions que nous nous posions sur les systèmes physiques à l'échelle du continent et de la planète, mais il y a encore toute une panoplie de questions.

2.3 L'exploration des lacs sous-glaciaires

Ross Powell
Northern Illinois University, É.-U.

Les lacs sous-glaciaires ont été découverts pour la première fois en Antarctique en 1961, quand des pilotes russes ont remarqué des zones inhabituellement plates sur la surface de la glace. Quelques années plus tard, des données sismiques ont indiqué qu'il y avait des lacs d'eau liquide sous la glace. Au milieu des années 1970, des sondages par écho radio ont confirmé l'existence du lac Vostok situé directement au-dessous de la station Vostok, principale base scientifique russe. Par la suite, il y a eu une longue période d'inactivité dans la recherche sur les lacs sous-glaciaires jusqu'aux années 1990, où un soudain regain d'intérêt a donné lieu à la création, en 2000, du groupe de spécialistes sur l'exploration des lacs sous-glaciaires (SALEGOS) par le Comité scientifique pour les recherches antarctiques.

Depuis lors, nos connaissances du lac Vostok ont beaucoup évolué. Celui-ci est situé loin des côtes, dans la zone intérieure de la calotte glaciaire de l'Antarctique Est, sous une couche de glace de près de quatre kilomètres. Le fond du lac est à plus de 600 m au-dessous du niveau de la mer, et ses parois escarpées s'élèvent à plus de 1 000 m au-dessus de sa surface. Le gradient de l'épaisseur de la glace au-dessus du lac varie entre 4 300 m au nord et 3 700 m au sud. Les données géophysiques laissent supposer que le lac est situé dans un fossé de subduction, près d'une très ancienne marge de lithosphère. L'actuelle calotte glaciaire de l'Antarctique a commencé à grossir il y a environ 30 millions d'années, mais son volume a fluctué selon des cycles. Il est donc difficile de déterminer avec exactitude depuis combien de temps le lac Vostok est préservé des influences extérieures par la glace, mais il pourrait l'avoir été pendant des millions d'années.

Quelles sont donc les idées actuelles sur le fonctionnement du lac de nos jours ? Une carotte de 3623 m prélevée dans la calotte glaciaire, au-dessus du lac Vostok, révèle que sous la glace de glacier la couche de glace du lac d'une épaisseur de 200 m s'est formée sur le lit du glacier. Les modèles laissent supposer que l'accrétion de la glace se produit habituellement dans la partie sud-est du lac et que la glace peut

been found in the accreted ice, but it is life forms found in the ice which often make the headlines. Bacteria and viruses from the ice are thought to have originated in the lake, as are thermophiles, heat loving organisms that suggest there may be a significant geothermal heat flux into the lake from the rocks below. Diatoms have also been found in the accretion ice.

But Lake Vostok is only one of more than 70 subglacial lakes in Antarctica, and more are still being found. SALEGOS has agreed that Antarctic lake exploration must be international, interdisciplinary and non-contaminating during lake entry and sample retrieval. Their scientific goals include detection and characterization of lake life, recovery of the paleoclimate record, and understanding what processes led to the formation of the lakes. The hope is that sample retrieval can begin in less than ten years. There are a number of technological challenges to be overcome, however, including access methods for drilling through more than 4000 m of ice, sampling devices and sample retrieval techniques, and methods of preventing contamination. In addition to lake contamination, environmental concerns also centre on adverse impacts from the drilling operations, and a Comprehensive Environmental Evaluation is required under the Antarctic Treaty. SALEGOS hopes to be transformed into a full SCAR program and thus be able to coordinate the international effort in the exploration of Antarctic subglacial lakes.

fondre à certains autres endroits. La chimie de la glace agrégée du lac est semblable à celle des autres environnements sous-glaciaires. Des clathrates, qui se forment à une basse température à des endroits où la pression est élevée, ont été trouvées dans la glace agrégée, mais ce sont les formes de vie découvertes dans la glace qui font souvent les manchettes. On pense que les bactéries et les virus présents dans la glace sont nés dans le lac, comme les thermophiles, des organismes friands de chaleur, qui portent à croire qu'un énorme flux de chaleur géothermique, dans le lac, provient des roches du dessous. On a aussi trouvé des diatomées dans la glace agrégée.

Cependant, le lac Vostok n'est que l'un des lacs sous-glaciaires (il y en a plus de 70) de l'Antarctique, et on en trouve encore d'autres. Le groupe SALEGOS a convenu que l'exploration des lacs de l'Antarctique devait être une activité internationale interdisciplinaire et qu'il ne doit pas y avoir de contamination durant la pénétration dans le lac et les prélèvements d'échantillons. Ses buts scientifiques incluent la détection et la caractérisation de la vie dans les lacs, la récupération des indices paléoclimatiques et la compréhension des processus qui ont engendré la formation des lacs. On espère que les prélèvements d'échantillons pourront commencer dans moins de dix ans. Un certain nombre de difficultés techniques doivent toutefois être surmontées, notamment les méthodes d'accès pour le forage dans une épaisseur de glace de plus de 4000 m, le matériel et les techniques de prélèvement, ainsi que les méthodes de prévention de la contamination. Outre la contamination du lac, les préoccupations environnementales concernent les effets nuisibles des opérations de forage, et une évaluation environnementale générale s'impose aux termes du Traité sur l'Antarctique. Le groupe SALEGOS espère devenir un programme à part entière du CSRA et ainsi pouvoir coordonner l'effort international d'exploration des lacs sous-glaciaires de l'Antarctique.

2.4 Antarctic Terrestrial Ecosystems

Ad Huiskes
Netherlands Institute of Ecology (NIOO), The Netherlands

The Netherlands Institute of Ecology (NIOO) polar ecology group has recently begun a new project called FATE (Effects of environmental change on carbon and nitrogen Fluxes in Antarctic Terrestrial Ecosystems). On the national level the FATE project is part of a triptych and is closely linked with two other projects: the first on the effects of global warming on cryptogram diversity and water use in Antarctic ecosystems, and the second on global-warming induced effects on Antarctic microbial community structure and function.

2.4 Les écosystèmes terrestres de l'Antarctique

Ad Huiskes
Netherlands Institute of Ecology (NIOO), Pays-Bas

Dernièrement, le groupe de l'écologie polaire du Netherlands Institute of Ecology (NIOO) a mis en branle un nouveau projet appelé FATE (Effects of environmental change on carbon and nitrogen Fluxes in Antarctic Terrestrial Ecosystems – effets des changements environnementaux sur les flux de carbone et d'azote sur les écosystèmes terrestres antarctiques). À l'échelle nationale, le projet FATE fait partie d'un triptyque et est étroitement lié à deux autres projets : le premier concerne les effets du réchauffement planétaire sur la diversité des cryptogrammes et l'utilisation des eaux dans les écosystèmes de l'Antarctique; et le second, les effets induits par le

Because temperature changes are not consistent across the Antarctic continent, it is significant to note that the FATE project is part of a larger international endeavour known as RiSCC (Regional Sensitivity to Climate Change in Antarctic Terrestrial and Limnetic Ecosystems; a program of SCAR). RiSCC has three key scientific questions: 1) what influences biodiversity along the Antarctic Environmental Gradient (AEG) and how might it change? 2) how do organisms along this gradient respond to abiotic variables? 3) how do phenotypic plasticity and genetic variation differ along the environmental gradient? The AEG encompasses core sites in the sub-Antarctic Islands, the Peninsula region, East Antarctica and Victoria Land.

The primary hypothesis of the FATE project is that with increasing temperatures, ecosystem structure will become more complex and will come to resemble counterparts in lower latitudes. The increase in complexity is seen in lake ecosystems, with lakes in the Dry Valleys regions containing only microalgae; as one moves further north, the number of species found increases, so that on South Georgia, in addition to microalgae, one finds a variety of copepods and a species of beetle. Changes to an ecosystem can occur remarkably quickly with increasing temperatures. An experiment with mini-greenhouses over vegetation showed that species composition could change dramatically within one year.

Specifically, FATE seeks to describe the origin and movement of organic matter in the terrestrial ecosystem, quantify the imports of carbon and nitrogen from the marine system, quantify decomposition, and determine how increased temperatures affect the decomposition and transport of carbon and nitrogen. Stable isotope ratios are used as markers of organic compounds. Preliminary results in one vegetation type, *Deschampsia antarctica*, showed that the stable isotope ratio of nitrogen ($\delta^{15}N$) changed from 8 ‰ to 16 ‰ along a gradient from the sea inland. This change in nitrogen in the plant appears to be due to the fact that N from marine sources has lower $\delta^{15}N$ values than that further inland.

What can we expect from this type of project? It is likely that a change in the decomposition rate may change the whole functioning of the ecosystem due to elevated temperature. In turn, when the functioning and processes in an ecosystem are altered, there may also be changes in the diversity of the entire system.

réchauffement planétaire sur la structure et les fonctions de la communauté microbienne de l'Antarctique. Comme les changements de température ne sont pas uniformes sur l'ensemble du continent antarctique, il importe de signaler que le projet FATE s'inscrit dans le cadre d'une initiative internationale de grande envergure appelée RiSCC (Regional Sensitivity to Climate Change – sensibilité régionale au changement de climat – dans les écosystèmes terrestres et limnétiques de l'Antarctique; un programme du CSRA). Le RiSCC pose trois questions scientifiques cruciales : 1) qu'est-ce qui influe sur la biodiversité le long du gradient de l'environnement antarctique et comment les facteurs d'influence pourraient-ils changer? 2) comment les organismes le long de ce gradient réagissent-ils aux variables abiotiques? 3) en quoi la plasticité phénotypique et les variations génétiques diffèrent-elles le long du gradient? Le gradient de l'environnement antarctique englobe les sites de carottage dans les îles sub-antarctiques, la région de la péninsule, l'Antarctique de l'Est et Victoria Land.

Selon la principale hypothèse du projet FATE, à cause de l'augmentation des températures la structure des écosystèmes deviendra plus complexe et finira par ressembler à celle de ses homologues des plus basses latitudes. On note l'accroissement de la complexité dans les écosystèmes des lacs. En effet, les lacs dans les régions des vallées sèches contiennent seulement des microalgues; à mesure que l'on se déplace vers le nord, le nombre d'espèces augmente. Donc, en Géorgie du Sud, en plus des microalgues, on trouve une variété de copépodes et une espèce de coléoptères. Les changements dans un écosystème peuvent se produire très rapidement du fait de l'augmentation des températures. Une expérience menée à l'aide de mini-serres sur la végétation a montré que la composition des espèces pouvait changer considérablement en un an.

En particulier, le projet FATE vise à décrire l'origine et le mouvement des matières organiques dans l'écosystème terrestre, à quantifier les importations de carbone et d'azote du système marin ainsi que la décomposition et à déterminer comment les températures plus élevées influent sur la décomposition et le transport de carbone et d'azote. On utilise les ratios d'isotopes stables comme marqueurs des composés organiques. Les résultats préliminaires pour un type de végétation, *Deschampsia antarctica*, ont montré que le ratio d'isotopes stables de l'azote ($\delta^{15}N$) était passé de 8 ‰ à 16 ‰ le long d'un gradient à partir de la mer, à l'intérieur des terres. Ce changement dans l'azote de la plante semble dû au fait que N dans les milieux marins a une moindre valeur $\delta^{15}N$ qu'à l'intérieur des terres.

Que pouvons-nous attendre de ce type de projet? Un changement dans le taux de décomposition pourrait bien transformer tout le fonctionnement de l'écosystème, à cause de la température élevée. D'un autre côté, quand le fonctionnement et les processus d'un écosystème sont altérés, cela peut entraîner des changements dans la diversité de tout le système.

2.5 Antarctic Microbial Ecosystems

Warwick Vincent
Université Laval, Canada

Lyle Whyte
McGill University, Canada

Charles Greer
Biotechnology Research Institute, National Research Council of Canada

One of the most rapidly developing themes in current polar research is microbial ecology. These studies focus on the smallest organisms in the Arctic and Antarctica such as bacteria, fungi, viruses and protists, minute life-forms that are attracting increasing attention for several reasons. Firstly, micro-organisms are present in very large concentrations and therefore dominate marine and terrestrial ecosystems in terms of total biomass, biological carbon and energy fluxes, and in biogeochemical recycling processes. Secondly, some of these organisms produce biomass at the base of food webs and thereby support higher trophic levels including birds, fish, seals and whales. Thirdly, in some of the more extreme environments such as glacial ice, rocks and some soils, cold- and freeze-tolerant micro-organisms are the only life-forms that can survive and grow, and the ecosystems are exclusively microbial. Such systems are of special interest to astrobiologists in their quest to understand biological communities, constraints and processes on early Earth, and in evaluating the possibility of life on other planets. Finally, there is also a bioprospecting interest in polar microbial "extremophiles", specifically in their unusual enzymes and other biochemical properties that may have commercial applications in medicine, industry, biotechnology and bioremediation.

There are three primary themes of study in Antarctic microbial ecology: 1) the habitats of these micro-organisms at macro- and micro-environmental scales; 2) the biodiversity of microbes in Antarctic ecosystems; and 3) the responses of these ecosystems to changes in the environment. In each of these research areas, there are opportunities for Arctic-Antarctic comparisons of microbial communities, processes and responses that will lead to an improved understanding of both polar regions.

Microbial macro-environments (*i.e.*, at a scale that is quite large in relation to the organisms themselves) currently being examined include Lake Vostok, rock face habitats, stratified lakes, benthic aquatic environments (the bottom of lakes, streams and the sea), soil environments, subglacial habitats, ice shelves, and the

2.5 Les écosystèmes microbiens de l'Antarctique

Warwick Vincent
Université Laval, Canada

Lyle Whyte
Université McGill, Canada

Charles Greer
Institut de recherche en biotechnologie, Conseil national de recherches du Canada

Actuellement, l'un des thèmes qui évolue le plus rapidement dans la recherche polaire est l'écologie microbienne. Les études à cet égard s'intéressent aux plus petits organismes de l'Arctique et de l'Antarctique, notamment les bactéries, les champignons, les virus et les protistes, des formes de vie infimes qui attirent de plus en plus l'attention pour plusieurs raisons. Premièrement, les microorganismes sont présents en très grandes concentrations dans les écosystèmes marins et terrestres où ils jouent un rôle prépondérant pour l'ensemble de la biomasse, les flux biologiques du carbone et les flux d'énergie ainsi que les processus de recyclage biogéochimique. Deuxièmement, certains de ces organismes produisent la biomasse qui forme la base du réseau trophique; donc, ils supportent les niveaux trophiques plus élevés, notamment les oiseaux, les poissons, les phoques et les baleines. Troisièmement, dans certains milieux plus extrêmes comme la glace de glacier, la roche et certains sols, les microorganismes tolérants au froid et au gel sont les seules formes de vie qui peuvent survivre et se développer, et les écosystèmes sont exclusivement microbiens. Ces systèmes présentent un intérêt spécial pour les astrobiologistes qui cherchent à comprendre les communautés biologiques, les contraintes et les processus des débuts de la Terre, et tentent de déterminer s'il y a de la vie sur les autres planètes. Enfin, les « extrémophiles » microbiens polaires présentent un intérêt pour la bioprospection, surtout en raison de leurs enzymes inhabituelles et de leurs autres propriétés biochimiques qui pourraient avoir des applications commerciales en médecine, dans l'industrie, en biotechnologie et en biorestauration.

L'étude de l'écologie microbienne de l'Antarctique comporte trois principaux thèmes: 1) les habitats des microorganismes à l'échelle des macro et microenvironnements; 2) la biodiversité des microbes des écosystèmes de l'Antarctique; et 3) les réactions de ces écosystèmes aux changements dans l'environnement. Chacune de ces branches de la recherche offre des possibilités de comparaison Arctique-Antarctique des communautés microbiennes, des processus et des réactions qui aideront à améliorer la compréhension des deux régions polaires.

Les macroenvironnements microbiens (c.-à-d. à une assez grande échelle par rapport aux organismes comme tels) actuellement examinés incluent le lac Vostok, les habitats des parois rocheuses, les lacs stratifiés, les milieux aquatiques benthiques (le fond des lacs, des ruisseaux et de la mer), les

sea ice and water columns of the Southern Ocean. As microbial ecologists, however, we are often more interested in understanding how an organism relates to its immediate micro-environment. Improvements in technology such as microelectrode systems have allowed major new insights into the physical and chemical properties of micro-environments right next to the cells. These techniques are being used in studies on sea ice, permafrost, and even at the junction of ice crystals in glaciers. New methodologies in microscopy such as fluorescence and confocal techniques are also providing novel approaches towards the study of some microbial communities such as cyanobacterial mats.

The subject area in microbial research that is developing most rapidly is that of biodiversity analysis. The advent of novel DNA-based techniques is increasingly allowing us to determine and quantify what microbes exist in any given environmental sample as well as to measure their activity. A new technology that is useful in this area is the development of genomics-based environmental microarrays (DNA chips). Microarray technology uses high-density, high-through-put techniques where thousands of potential gene targets can be printed on a microarray and hybridized to labeled nucleic acids extracted from environmental samples. There are two types of microarrays currently being used for environmental applications: taxonomic/phylogenetic and functional/metabolic. Polar environments are particularly appropriate for developing these technologies because of their relatively simple microbial communities and low levels of organic contaminants.

The third theme of interest to microbial ecologists is that of the biological and habitat responses to changes in the polar environment. These environmental changes may be chemical (including contaminants) or physical such as in light for photosynthesis, UV radiation, temperature, freeze-thaw cycles, or other aspects of climate change. These changes and impacts are likely to vary among regions, and an Antarctic research program that addresses this regional variability is RiSCC (Regional Sensitivity to Climate Change in Antarctic Terrestrial and Limnetic Ecosystems). Canada's "Northern RiSCC" program has been internationally approved as an Arctic-based sister program to Antarctic RiSCC, and is focused on the impacts and sensitivity to climate change across northern latitudinal gradients. This program is currently developing international partnerships, and will provide excellent opportunities for Arctic-Antarctic comparisons.

environnements dans le sol, les habitats sous-glaciaires, les plates-formes de glace, la glace de mer et les colonnes d'eau dans l'océan Austral. En tant qu'écologistes des microbes cependant, nous cherchons souvent davantage à comprendre le rapport entre un organisme et son microenvironnement immédiat. Les améliorations de la technologie, notamment les systèmes à microelectrodes, ont permis d'acquérir d'importantes connaissances nouvelles sur les propriétés physiques et chimiques des microenvironnements à proximité des cellules. Ces techniques servent aux études sur la glace de mer, le pergélisol et même la jonction des cristaux de glace dans les glaciers. Les nouvelles méthodologies en microscopie, notamment la fluorescence et les techniques confocales, permettent aussi de recourir à de nouvelles approches pour l'étude de certaines communautés microbiennes, comme les amas de cyanobactéries.

La branche de la recherche sur les microbes qui évolue le plus rapidement est l'analyse de la biodiversité. L'introduction des nouvelles techniques basées sur l'ADN nous permet de plus en plus de déterminer et de quantifier les microbes présents dans un échantillon prélevé dans l'environnement et de mesurer leur activité. Une nouvelle technologie utile à cet égard est la mise au point de microréseaux environnementaux (puces à ADN) à partir du génome. La technologie des microréseaux utilise des techniques à haute densité et à haut rendement qui permettent d'imprimer sur un microréseau des milliers de gènes et de les hybrider aux acides nucléiques marqués extraits des échantillons prélevés dans l'environnement. Deux types de microréseaux sont actuellement utilisés pour les applications environnementales : taxonomiques/phylogénétiques et fonctionnels/métaboliques. Les environnements polaires présentent un intérêt particulier pour le développement de ces technologies parce que leurs communautés microbiennes sont relativement simples, et vu les faibles niveaux de contaminants organiques.

Le troisième thème qui intéressse les écologistes des microbes est la réaction des êtres vivants et des habitats aux changements en milieu polaire. Ces changements dans l'environnement peuvent être de nature chimique (notamment les contaminants) ou physique, par exemple dans la lumière pour la photosynthèse, les rayons UV, la température, les cycles de gel-dégel, ou les autres aspects du changement de climat. Ces changements et leurs répercussions varieront vraisemblablement entre les régions, et l'un des programmes de recherche antarctique qui s'intéressent à cette variabilité régionale est le RiSCC (sensibilité régionale au changement de climat). Le programme « RiSCC du Nord » du Canada a été approuvé à l'échelle internationale en tant que programme sœur arctique du RiSCC antarctique. Il s'intéresse aux répercussions et à la sensibilité aux changements de climat pour l'ensemble des gradients latitudinaux du Nord. Actuellement, ce programme crée des partenariats internationaux; il offrira d'excellentes occasions de faire des comparaisons entre l'Arctique et l'Antarctique.

2.6 Southern Ocean Ecosystems

Andrew Clarke
British Antarctic Survey, United Kingdom

Antarctic science used to be viewed as something strange, something apart. But it's not: it is part of the globe's ecology. This view is reflected in the titles of the British Antarctic Survey's (BAS) science programs, which are organized into 5-year blocks: for 2000–05, Antarctic Science in a Global Context, and for 2005–10, Global Science in an Antarctic Context. Marine science within the BAS is currently undertaken within three interdisciplinary programs which are detailed on the BAS website, but there are major science questions lying behind each of those programs.

One question is "how are the dynamics of the Southern Ocean ecosystem affected by variability in time and space?". Like all oceans, the Southern Ocean varies spatially on scales which range from the very largest, the entire ocean basin, down through the mesoscale to the very smallest. In terms of physical and biological processes operating in the Southern Oceans, space and time are linked, so that processes operating on a very large scale tend to take a long time to occur. Interestingly, however, the energy travels in opposite ways: physical energy goes from the large and is dissipated to the small, whereas biological energy is fixed by the small and dissipated to the very large. It is at the mesoscale that the interaction between physics and biology is the most important. The Southern Ocean also varies on temporal scales, ranging from temperature changes over millions of years, to changes in the amount of fast ice at the centennial scale, to seasonal changes in sea ice extent. From the ecological point of view, it is the seasonal changes which are most important. The population dynamics of Southern Ocean organisms have evolved to cope with this environmental variability, and the challenge for ocean ecologists is to understand how they have done so. Some of the responses of the organisms include slow growth rates, longevity, intermittent recruitment, and strong interannual variability in population dynamics.

Variability is not unique to Antarctica, so why do we conduct these studies in Antarctica? The Southern Ocean is distinguished by the fact that, in general, it has a relatively simple food web, and by the fact that it is a continuous ecosystem. So BAS takes a two-pronged approach, examining the ecosystem from the pelagic (krill) side, and from the side of the fish and predators. It is important to integrate across projects and to work with partners because advection is so

Les écosystèmes de l'océan Austral

Andrew Clarke
British Antarctic Survey, Royaume-Uni

Autrefois, la science antarctique était considérée comme étrange et comme une discipline différente. Mais elle n'est pas différente; elle fait partie de l'écologie du globe. Cette opinion est reflétée dans les titres des programmes scientifiques de la British Antarctic Survey (BAS), qui forment des blocs de 5 ans: pour 2000–2005, la science antarctique dans un contexte planétaire, et pour 2005–2010, la science planétaire dans un contexte antarctique. Actuellement, au sein de la BAS, la science des milieux marins est utilisée dans trois programmes interdisciplinaires décrits en détail sur le site Web de la BAS, mais des grandes questions scientifiques sont à la base de chacun de ces programmes.

L'une de ces questions est celle de savoir comment la variabilité dans le temps et l'espace influe sur la dynamique de l'écosystème de l'océan Austral. Comme tous les océans, l'océan Austral se caractérise par des variations spatiales sur des échelles qui vont de la plus grande, l'ensemble du bassin océanique, jusqu'à la mésoéchelle et à la plus petite. Pour ce qui est des processus physiques et biologiques propres aux océans du Sud, l'espace et le temps sont liés; ainsi les processus qui se déroulent sur une très grande échelle durent en général longtemps. Curieusement cependant, l'énergie se déplace dans des directions opposées: l'énergie physique part d'une grande échelle et se dissipe vers la petite échelle, alors que l'énergie biologique est fixée par la petite échelle et se dissipe vers la très grande échelle. C'est à la mésoéchelle que l'interaction entre les processus physiques et les processus biologiques est la plus importante. En outre, l'océan Austral enregistre des variations sur des échelles temporelles, allant des changements de température qui se produisent sur des millions d'années jusqu'aux changements dans la quantité de glace fixée à l'échelle du centenaire et aux changements saisonniers dans l'étendue de la glace marine. Selon le point de vue de l'écologie, ce sont les changements saisonniers qui sont les plus importants. La dynamique des populations d'organismes dans l'océan Austral a évolué de manière à s'adapter à cette variabilité environnementale, et le défi pour les écologistes des océans porte sur la compréhension de ce mode d'évolution. Les réactions des organismes incluent, entre autres, les rythmes de croissance lents, la longévité, le recrutement intermittent et la forte variabilité interannuelle dans la dynamique des populations.

La variabilité n'est pas propre à l'Antarctique; donc, pourquoi menons-nous ces études en Antarctique? L'océan Austral se distingue par le fait qu'en général, son réseau trophique est relativement simple et aussi parce que l'écosystème est continu. Donc, la BAS utilise une approche à deux volets, soit l'examen de l'écosystème d'après l'élément

One of the challenges for BAS scientists is to understand how organisms have adapted to the Antarctic marine environment.

L'un des défis pour les scientifiques de la BAS est la nécessité de savoir comment les organismes se sont adaptés au milieu marin antarctique.

important in the Southern Ocean ecosystem. So for instance, variability in ice around the western Antarctic Peninsula impacts the strength of the krill hatch, which in turn influences the breeding success of Gentoo penguins in South Georgia. So it can be important to keep track of larger scale processes to understand smaller scale features.

The second major science question to examine is how organisms are adapted to the particular features of the Antarctic marine environment. The reason this is interesting is that the Southern Ocean is an extreme environment in terms of temperature, seasonality, and ice cover. The very word ecology, however, means that organisms need to be studied in relation to their environment, so oceanographic observations provide the environmental context for ecological studies. Winter dynamics cannot be extrapolated from summer measurements, and so these observations need to be done year-round; winter data have helped to change our view of the overwintering ecology of Antarctic marine organisms.

A last series of questions which BAS scientists are considering concerns the origin of the Antarctic

pélagique (krill) et en fonction des poissons et des prédateurs. L'intégration des divers projets est importante, et il faut collaborer avec des partenaires car l'advection est un processus tellement important dans l'écosystème de l'océan Austral. Ainsi par exemple, la variabilité dans la glace autour de la péninsule antarctique Ouest influe sur la naissance du krill qui ensuite influe sur le succès de la reproduction des manchots papous, dans la Géorgie du Sud. Donc, le suivi des processus qui se déroulent sur une grande échelle peut être important pour la compréhension des phénomènes qui se produisent sur une petite échelle.

La deuxième question scientifique à examiner est celle de savoir comment les organismes s'adaptent aux phénomènes particuliers du milieu marin antarctique. Ce point est intéressant parce que l'océan Austral est un environnement extrême en fait de température, de saisonnalité et de couverture de glace. Cependant, le terme « écologie » signifie que les organismes doivent être étudiés par rapport à leur environnement. Donc, les observations océanographiques fournissent le contexte environnemental nécessaire aux études écologiques. On ne peut pas extrapoler la dynamique de l'hiver à partir des mesures prises en été; ces observations doivent donc être faites à l'année longue. Les données propres à l'hiver nous ont

marine fauna, which groups are present, how diverse they are, and how the organisms have been influenced by their environment. To understand how the fauna evolved, we need to understand the tectonic, climatic and glacial contexts. Antarctica has exceptionally well-defined tectonic, climatic and glacial histories, and as a result, is one of the best natural laboratories in the world for studying evolution in relation to climate change and the consequences for diversity and ecology.

aidés à changer notre point de vue sur l'écologie hivernale des organismes marins de l'Antarctique.

Une dernière série de questions que les scientifiques de la BAS examinent est l'origine de la faune des milieux marins en Antarctique. Ils veulent savoir quels groupes sont présents, à quel point les espèces sont diversifiées, et comment les organismes ont été influencés par l'environnement où ils ont été trouvés? Pour comprendre l'évolution de la faune, nous devons comprendre les contextes tectoniques, climatiques et glaciaires. L'Antarctique a une histoire tectonique, climatique et glaciaire exceptionnellement bien définie, et c'est pourquoi le continent est l'un des meilleurs laboratoires naturels du monde pour l'étude de l'évolution en rapport avec le changement de climat et des conséquences pour la diversité et l'écologie.

2.7 Astrobiology and Antarctica

Chris McKay
Ames Research Center, National Aeronautics and Space Administration (NASA), U.S.A.

Astrobiology should form an important component of a Canadian Antarctic research program because it addresses some fundamental science questions about adaptation and the limits of life. In recent years, there has been a growing amount of astrobiology research in the Canadian High Arctic and several key Canadian and ex-Canadian researchers are already leaders in this field. Polar regions essentially provide analogues for the astrobiology of Mars and Europa, one of Jupiter's moons. The polar regions enable us to learn about life in cold and dry conditions, about life in and on ice, about life in ice-covered and subglacial lakes, and about life preserved in ancient permafrost. Learning about life in these conditions means we can get a better idea about life on early Mars or in the current Europa environment. Life in these places is interesting because it offers the possibility of a second genesis of life. This has enormous implications for comparative biochemistry and for the existence of additional life elsewhere in the universe. It is also relevant to the origin of life here on Earth because, although there are a number of different theories about how life here started, there is still no consensus theory and the extraterrestrial origin of life is a possibility.

Central to the question of life on Mars is the presence of water. Currently, it exists as frost, but there is evidence of liquid water on Mars in the past. When the planet was wet, it was likely cold as well, but that by no means precludes the existence of life, as demonstrated

2.7 L'astrobiologie et l'Antarctique

Chris McKay
Ames Research Center, National Aeronautics and Space Administration (NASA), É.-U.

L'astrobiologie devrait être un important volet du programme canadien de recherche antarctique parce qu'elle s'intéresse à des questions scientifiques fondamentales en rapport avec l'adaptation et les limites de la vie. Ces dernières années, la recherche en astrobiologie s'est intensifiée dans l'Extrême-Arctique canadien, et plusieurs éminents chercheurs canadiens et ex-canadiens jouent maintenant un rôle prépondérant dans ce domaine. En fait, les régions polaires fournissent des analogues pour l'astrobiologie de Mars et d'Europa, l'une des lunes de Jupiter. Elles nous permettent d'acquérir des connaissances sur la vie dans des milieux froids et secs, la vie sur et dans la glace, la vie dans les lacs couverts de glace et sous-glaciaires, et la vie préservée dans le pergélisol des temps anciens. L'apprentissage sur la vie dans de telles conditions signifie que nous pouvons avoir une meilleure idée de la vie sur Mars à ses débuts ou dans l'environnement actuel d'Europa. La vie à ces endroits est intéressante parce qu'elle donne la possibilité d'explorer une seconde genèse de la vie. Les répercussions de cette activité sont énormes pour la biochimie comparative et en ce qui a trait à l'existence d'autres formes de vie ailleurs dans l'univers. En outre, l'activité a rapport aux origines de la vie ici sur la Terre puisque, en dépit des différentes théories sur la façon dont la vie a commencé, il n'y a pas encore de théorie qui ait fait le consensus, et l'origine extraterrestre de la vie est une possibilité.

L'élément crucial de la question de savoir s'il y a de la vie sur Mars est la présence d'eau. Actuellement, l'eau existe sous forme de gel, mais nous avons la preuve qu'il y a eu de l'eau liquide sur Mars dans le passé. Quand la planète était

The Earth's polar regions serve as analogues for the study of Mars.

Les régions polaires de la Terre servent d'analogues pour l'étude de Mars.

by life forms in the Antarctic Dry Valleys, for example. Despite no rain, there are nevertheless lots of lakes and rivers in the Dry Valleys and rich flora can be found in the bottoms of the lakes. The contradiction of ice-covered lakes in these areas, in spite of mean annual temperatures of −20°C, can be explained by energy balance models; this type of work helps us develop mathematical models to explain past Mars environments as well.

Polar analogues give us an indication of where life is most likely to be found on Mars and suggest target destinations for Mars missions. If a mission were to find a fossil of life on Mars, this would prove that life had existed on the planet, but it would not help answer the second genesis question. Life on Mars and Earth could have the same origin, with bacteria, for instance, hitchhiking a ride on an asteroid. Only by examining actual organic material from a Mars life form could we investigate whether it is biochemically different from the life we know on Earth. We know from studies in Earth's polar regions that organisms can remain dormant in permafrost for millions of years. This could have occurred on Mars as well; given the radiation levels on Mars, any organisms might not still be living, but they would be organically preserved and available for comparison with terrestrial life.

Europa's icy surface is considered to be underlain by a liquid ocean. Given that there is liquid water, is there a plausible origin for life, and is there a plausible ecology? Theories for the origin of life suggest that it could theoretically exist on Europa, and actual

mouillée, elle était vraisemblablement froide, mais cela n'empêche pas que la vie ait pu exister, comme le prouvent, par exemple, les formes de vie découvertes dans les vallées sèches de l'Antarctique. Malgré l'absence de pluies, il y a un grand nombre de lacs et de rivières dans les vallées sèches, et on peut trouver une flore abondante dans le fond des lacs. La contradiction que présentent les lacs couverts de glace dans ces régions malgré des températures annuelles moyennes de −20°C peut être expliquée par les modèles d'équilibre énergétique. Ce genre de travail nous aide à élaborer des modèles mathématiques pour fournir des explications sur les environnements de Mars aux époques passées.

Les analogues polaires nous indiquent où nous avons le plus de chances de trouver de la vie sur Mars et fournissent des idées de destinations pour les missions d'exploration de cette planète. Si dans le cadre d'une mission on trouvait un fossile de vie sur Mars, cela prouverait que la vie a existé sur cette planète sans toutefois apporter de réponse à la seconde question sur la genèse. L'origine de la vie sur Mars et sur la Terre pourrait être la même; les bactéries, par exemple, pourraient avoir été transportées par un astéroïde. C'est seulement en examinant la matière organique d'une forme de vie qui existerait sur Mars que nous pourrions essayer de déterminer si cette matière est biochimiquement différente de la vie telle que nous la connaissons sur la Terre. Grâce à des études menées sur les régions polaires de la Terre, nous savons que des organismes peuvent demeurer en dormance dans le pergélisol pendant des millions d'années. Ce phénomène pourrait s'être produit aussi sur Mars. Compte tenu des niveaux de radiation enregistrés sur Mars, les organismes pourraient ne pas être encore en vie, mais avoir été organiquement

microbial ecosystems that exist in the Earth's polar regions indicate that viable ecosystems could survive on Europa.

préservés et pouvoir être comparés à des organismes vivants de la Terre.

On pense qu'il y a un océan liquide sous la surface de glace d'Europa. Comme l'eau sous forme liquide existe, une origine pour la vie serait-elle plausible, et y a-t-il une écologie plausible? Selon les théories sur l'origine de la vie, la vie pourrait théoriquement exister sur Europa, et les écosystèmes microbiens des régions polaires de la Terre permettent de supposer que des écosystèmes viables pourraient survivre sur Europa.

2.8 Human Biology and Medicine

Peter Suedfeld
University of British Columbia, Canada

Human behaviour is generally not studied by polar scientists. Similarly, the behaviour of people in the polar regions is almost totally ignored by psychologists. Nevertheless, the Life Sciences Standing Scientific Group of the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) does have an Expert Group on Human Biology and Medicine. Unlike other scientific expert groups, this one reports not only to SCAR, but also to logistical and administrative bodies about the operational side of psychology and medicine. This expert group is sub-divided into five sub-groups dealing with operational medicine, telemedicine, physiology, Concordia Station, and behavioural science.

The operational medicine sub-group has a number of different tasks that it is responsible for. The first is to develop and recommend common medical screening procedures for various countries. This is a survey of the major Antarctic nations and the screenings that they commonly apply, whether it be a physical or psychological exam, and whether it be for summer or winter deployment of personnel. As part of this exercise, disqualification criteria are also examined.

The telemedicine sub-group is currently focussing on two areas. The first looks at what kind of equipment is needed in stations of different sizes. The second is to determine what kind of connections to medical establishments and specialists are required so that paramedics or non-specialist physicians in Antarctica are given the guidance they need to carry out on-site operations or other complex medical procedures.

Some of the specific studies currently being undertaken by the physiological/biological research group include comparisons between British Antarctic stations and other kinds of isolated environments such as offshore oil rigs. Here the focus is on such things as sleep cycles, adaptation to shift work, immune system

2.8 La biologie humaine et la médecine

Peter Suedfeld
Université de la Colombie-Britannique, Canada

En général, les scientifiques des affaires polaires n'étudient pas les comportements humains. Parallèlement, les psychologues ignorent presque tout du comportement des gens dans les régions polaires. Néanmoins, le Groupe scientifique des sciences de la vie du CSRA comprend un groupe de spécialistes en biologie humaine et médecine. Contrairement aux autres groupes d'experts en science, celui-ci relève du CSRA, mais il doit aussi rendre des comptes aux organismes administratifs et de soutien logistique à propos de l'aspect opérationnel de la psychologie et de la médecine. Ce groupe d'experts est divisé en cinq sous-groupes qui représentent la médecine opérationnelle, la télémédecine, la physiologie, la station Concordia et les sciences du comportement.

Le sous-groupe de la médecine opérationnelle est chargé de différentes tâches. La première: élaborer et recommander des procédures de dépistage médical communes pour divers pays. Il s'agit en fait d'un sondage mené auprès des principaux pays de l'Antarctique sur les méthodes de dépistage qu'ils appliquent en général, peu importe si ce sont des examens physiques ou psychologiques et s'ils sont utilisés en été ou en hiver pour les employés. Dans le cadre de cet exercice, on examine aussi les critères d'exclusion.

Actuellement, le sous-groupe de la télémédecine s'intéresse à deux questions. La première porte sur le genre de matériel nécessaire dans des stations de différentes tailles. La deuxième concerne la détermination des rapports avec les établissements médicaux et les spécialistes pour que les paramédics ou médecins non spécialistes, en Antarctique, obtiennent l'orientation nécessaire à leurs interventions ou autres procédures médicales complexes sur les lieux.

Les études actuellement menées par le groupe de la recherche physiologique/biologique comprennent, entre autres, les comparaisons entre les stations antarctiques britanniques et d'autres genres de milieux isolés, comme les plates-formes de forage en mer. Elles portent sur les cycles de sommeil, l'adaptation au travail par roulement, le système

studies, diet and other risk factors for diseases, and acclimatization to cold.

The Concordia sub-group was established to monitor the progress of Concordia Station at Dome C and to encourage international research to be performed there. The station is extremely isolated and has excellent environmental conditions for research. Current research focuses on glaciology, atmospheric sciences, astronomy and astrophysics, earth sciences, remote sensing, and human biology and medicine.

The behavioural science sub-group started off looking at both the environmental and the social characteristics of polar work. Areas of interest in terms of the natural environment include such things as the fact that work is often hard and dangerous, sites are remote, and much of the environment is unusual or unknown. Some of the social characteristics being examined include the small group size, the fact that its membership is stable, members are continuously together, the importance of leadership, etc. Other aspects of polar work that are less than optimal include unusual day-night cycles, repetitive work over long periods, and lack of privacy. Some problems, such as isolation from loved ones, have become less of a problem due to technological advances. One of the things the behavioural sciences group is trying to predict is who will do well and who will not. The research shows that group interaction is one of the most important issues that Antarctic researchers have to deal with. So orientation, training and screening should focus on a person's ability to interact with a group.

Traditionally, Antarctic psychology has tended to focus on the negative aspects of working there (insomnia, depression, anxiety, etc.). More recently, studies are beginning to examine the more positive aspects of conducting research in Antarctica, whether it be the natural environment (*i.e.*, the natural grandeur and beauty of the environment), or the social one (*i.e.*, the camaraderie and intimacy). Much of what is has been learned about the psychological aspects of Antarctic work is seen as an analogue for space travel and is being shared with a number of international space agencies.

immunitaire, le régime alimentaire et d'autres facteurs de risque pour les maladies, et l'acclimatation au froid.

Le sous-groupe de Concordia a été créé pour surveiller les progrès de la Station Concordia au Dôme C et encourager la recherche internationale devant être effectuée à cet endroit. La station est extrêmement isolée, et les conditions qu'elle présente sont excellentes pour la recherche. Actuellement, la recherche porte sur la glaciologie, les sciences de l'atmosphère, l'astronomie et l'astrophysique, les sciences de la Terre, la télédétection, la biologie humaine et la médecine.

Le sous-groupe des sciences du comportement a commencé par examiner les caractéristiques environnementales et sociales du travail en milieu polaire. Les domaines d'intérêt en rapport avec l'environnement naturel incluent, entre autres, le fait que le travail est souvent difficile et dangereux, que les sites sont éloignés et qu'une grande partie de l'environnement est inhabituelle ou inconnue. Les caractéristiques sociales incluent la petite taille des groupes, leur composition stable, le fait que les membres sont toujours ensemble, l'importance du leadership, etc. Les autres aspects du travail en milieu polaire qui sont loin d'être idéals comprennent les cycles jour-nuit inhabituels, le travail répétitif sur de longues périodes et le manque d'intimité. Certains problèmes, comme le fait d'être éloigné de ses proches, ont été atténués grâce aux progrès technologiques. Le groupe des sciences du comportement essaie de prédire, entre autres, qui réussira et qui échouera. Les études montrent que l'interaction de groupe est l'un des aspects les plus importants sur lesquels devront se pencher les chercheurs qui s'intéressent à l'Antarctique. Donc, l'orientation, la formation et le dépistage devraient porter sur la capacité d'interaction d'une personne au sein d'un groupe.

Dans le passé, la psychologie de l'Antarctique s'intéressait en général aux aspects négatifs du travail dans ce genre de milieu (insomnies, dépressions, anxiété, etc.). Maintenant, on commence à examiner les aspects plus positifs de la recherche en Antarctique, que ce soit l'environnement naturel (c.-à-d. la splendeur et la beauté de l'environnement), ou les questions sociales (c.-à-d. la camaraderie et l'intimité). Une grande partie de ce qu'on a appris sur les aspects psychologiques du travail en Antarctique est considérée comme un analogue pour le travail dans l'espace et est communiquée à un certain nombre d'agences spatiales internationales.

3 Organization and Funding of Selected National Antarctic Programs

3.1 U.S. Antarctic Program: Responsibilities, Organization, and Funding

Karl Erb
Director,
Office of Polar Programs, National Science Foundation, U.S.A.

How a national Antarctic program is organized and funded depends to a large extent on the responsibilities that a program needs to meet. The U.S. Antarctic program has three areas of responsibility, all derived from the Antarctic Treaty and the Environmental Protocol: supporting scientific research, protecting the Antarctic environment, and participating in administration of the Antarctic Treaty.

One way in which the U.S. Antarctic Program supports scientific research is by making grants to scientists. We provide the infrastructure and logistics necessary to conduct that research. Part of our formal tasking is to maintain Antarctica for peaceful purposes and international science activities, so we actively seek to do that. In discussing polar research with lay people, the Office of Polar Programs tends to focus on three scientific thrusts, in part because it emphasizes the bipolar nature of the research. The first is ice, Earth and climate. We support research that both advances the fundamental frontiers of science, but that also addresses global problems. The second is life in the cold and dark. This demonstrates the study of biology of all sorts, from the study of large organisms to microbiological work. The final one is on the origins of the universe. This thrust is more focussed on work in Antarctica, although there is some in the Arctic as well.

Some examples of international cooperative projects that the U.S. has been involved in include the Cape Roberts project, a large multinational endeavour which was managed by New Zealand. Another one is the decade or so of ice core drilling at the Vostok Station, involving Russia, France and the United States. A third example is at the South Pole, where we are cooperating with the Japanaese to run a solar camera year-round. What these projects emphasize is the fact that in international collaboration various players can

3 Organisation et financement de programmes antarctiques nationaux

3.1 Le programme antarctique des États-Unis: Responsabilités, organisation et financement

Karl Erb
Directeur,
Office of Polar Programs, National Science Foundation, É.-U.

La façon dont un programme antarctique national est organisé et financé dépend dans une grande mesure des responsabilités du programme. Le programme antarctique des États-Unis comporte trois domaines de responsabilité, qui relèvent tous du Traité sur l'Antarctique et du Protocole relatif à la protection de l'environnement: appuyer la recherche scientifique, protéger l'environnement antarctique et participer à l'administration du Traité sur l'Antarctique.

Les subventions accordées aux scientifiques constituent l'un des moyens par lesquels le programme antarctique des États-Unis appuie la recherche scientifique. Nous fournissons l'infrastructure et le soutien logistique nécessaires pour effectuer la recherche. Dans le cadre de nos attributions officielles, nous devons préserver l'Antarctique à des fins pacifiques et dans l'intérêt des activités scientifiques internationales; c'est donc ce que nous tentons de faire. Dans ses discussions sur la recherche polaire avec les profanes, l'Office of Polar Programs tend à se concentrer sur trois axes scientifiques, en partie parce qu'il fait valoir la nature bi-polaire de la recherche. Le premier est la glace, la Terre et le climat. Nous encourageons la recherche qui repousse les limites fondamentales de la science, mais qui s'intéresse aussi aux problèmes planétaires. Le deuxième est la vie en milieu froid et dans l'obscurité. Il comporte des études sur les êtres vivants de tout genre, à partir des gros organismes jusqu'aux organismes microscopiques. Le dernier axe concerne les origines de l'univers. Il s'applique surtout aux travaux dans l'Antarctique, même s'il y a aussi des activités dans l'Arctique.

Les exemples de projets de coopération internationale auxquels participent les États-Unis incluent le projet de Cape Roberts, une grande initiative multinationale gérée par la Nouvelle-Zélande. Un autre est le prélèvement de carottes de glace entrepris il y a environ une décennie à la station Vostok et auquel participent la Russie, la France et les États-Unis. Le troisième exemple est au pôle Sud où nous exploitons une caméra solaire à l'année longue, en collaboration avec le Japon. Ces projets font ressortir le fait que, dans un système

contribute using a number of different currency types, ranging from logistical to intellectual to instrumental.

The National Science Foundation (NSF) Office of Polar Programs has three primary organizations: Antarctic science, Antarctic infrastructure and logistics, and Arctic science and logistics. The Antarctic science organization has a budget of $42 million US ($58.8 million CDN) and oversees five scientific programs grouped on a disciplinary basis: biology and medicine, ocean and climate systems, geology and geophysics, glaciology, and aeronomy and astrophysics. This is in contrast to how we are organized in the Arctic. There, we have two sub-organizations: Arctic natural science, which comprises all the disciplinary research, and Arctic systems science. The debate continues as to which method of organization works best.

The second component of science support is infrastructure and logistics, where we rely on a mix of contributors: contract ships, the U.S. Coast Guard, ships leased on a long-term basis; Air force C-141's and C-17's, contracted helicopters and Twin Otters, and a fleet of ski-equipped C-130's flown by the Air National Guard. A system that works very well is the logistics pool for aircraft in the Ross Sea region, which we share with New Zealand and Italy. We operate two main stations: McMurdo Station and South Pole Station, which we are currently rebuilding. The logistics section has a budget of $212.5 million US ($297.5 million CDN) and has five areas of responsibility: science support (*i.e.*, helicopter support); operations and logistics; facilities; safety and health; and information technology (IT) and communications (much of it provided by NASA).

Besides supporting science and logistics, our other responsibility involves being stewards of the environment in Antarctica. This involves enforcing the Antarctic Conservation Act and we have people trained as enforcement officers. We also issue permits for protected areas, review proposals from non-governmental organizations (NGO) for compliance with waste regulations, and work with the tourism industry to establish best practices for minimal impact. This is generally the only connection we have with tour operators, except for emergency medical assistance. We do take the opportunity to explain the benefits of polar research to tourists when they visit our station, if time permits. The Office of Polar Programs supports the U.S. government's effort in administering part of the Antarctic Treaty, and represents the United States with a number of different Antarctic organizations.

Finally, our office is heavily engaged in supporting education and outreach. We do feel that it is important to explain to the public why so much money is

de collaboration internationale, divers intervenants peuvent apporter une contribution par différents moyens allant du soutien logistique à l'apport intellectuel et à la fourniture d'instruments.

L'Office of Polar Programs de la National Science Foundation (NSF) chapeaute trois principales entités : la science antarctique; l'infrastructure et la logistique antarctiques; et la science et la logistique arctiques. L'entité chargée de la science antarctique a un budget de 42 millions $US (58,8 millions $CAN), et elle s'occupe de cinq programmes scientifiques regroupés par discipline : la biologie et la médecine; les systèmes océaniques et le climat; la géologie et la géophysique; la glaciologie; ainsi que l'aéronomie et l'astrophysique. Cela contraste avec la façon dont nous sommes organisés dans l'Arctique. Nous avons deux sous-entités dans cette région : la science naturelle arctique, qui comprend la recherche dans toutes les disciplines; et la science des systèmes arctiques. Le débat sur la question de savoir quelle est la méthode d'organisation qui donne les meilleurs résultats se poursuit.

Le deuxième volet du soutien à la science est l'infrastructure et la logistique, pour lequel nous utilisons un ensemble de ressources : les navires fournis à contrat, la garde côtière américaine, les navires loués à long terme; les C-141 et C-17 des Forces aériennes, les hélicoptères et les Twin Otters fournis à contrat, et une flotte de C-130 dotés de skis pilotés par la Garde nationale aérienne. Un système qui fonctionne très bien est le bassin de services logistiques pour les aéronefs que nous partageons avec la Nouvelle-Zélande et l'Italie, dans la région de la mer de Ross. Nous exploitons deux principales stations : la station McMurdo et la station du pôle Sud, que nous sommes en train de reconstruire. La section de la logistique a un budget de 212,5 millions $US (297,5 millions $CAN) et cinq champs de compétence : le soutien à la science (c.-à-d. le service d'hélicoptère); les opérations et la logistique; les installations, la santé et la sécurité; la technologie de l'information (TI); et les communications (services fournis en grande partie par la NASA).

Outre le soutien à la science et la logistique, notre responsabilité inclut la gérance environnementale en Antarctique. Cela comprend l'application de l'Antarctic Conservation Act, et nous avons des employés formés comme agents d'application de la loi. En plus, nous délivrons les permis pour les zones protégées, nous examinons les propositions soumises par des organisations non gouvernementales (ONG) pour veiller à ce qu'elles respectent les règlements sur les déchets, et nous collaborons avec l'industrie touristique pour établir les meilleures pratiques aux répercussions minimales. En général, cette collaboration est notre seul lien avec les voyagistes, sauf pour les urgences et l'assistance médicale. Si le temps le permet, nous profitons de l'occasion pour expliquer les avantages de la recherche polaire aux touristes qui visitent notre station. L'Office of Polar Programs appuie le travail du

invested in the U.S. Antarctic Program. Beyond that, if Antarctic science is going to continue to thrive, it must have a continuing influx of talented young people.

3.2 The Organization of Antarctic Science in the United Kingdom

Andrew Clarke
British Antarctic Survey, United Kingdom

There is a fundamental difference in approach in the way Antarctic science is funded in the U.S. and how it is funded in the U.K. In the United Kingdom, the science is largely funded through a single institute, which runs both the logistics and the science.

But the program is complicated by answering to two departments. The reason for the existence of the British Antarctic Survey (BAS) is political and we answer to the Foreign and Commonwealth Office (FCO). However, the money for the program comes from the Department of Trade and Industry (DTI). Each body has different priorities. There is also a third body, the Natural Environment Research Council (NERC), which is the body through which the money actually flows. To try and reach a commonality of view, there is an informal review group which includes representatives from all three bodies. Government funding for Antarctic science in the U.K. is streamed through DTI to the NERC, who manage the transfer of funds. The money then goes to the British Antarctic Survey, a significant portion of which then goes outside to the universities. There is also a separate stream, with some money going directly from the NERC to fund independent sea-going research in Antarctica. The majority, but not all, of the U.K.'s Antarctic research is done through BAS. Relations with SCAR, however, are through the U.K. National Antarctic Committee. Many of the people on this committee are BAS scientists, but it is not a BAS relationship.

The mission of the British Antarctic Survey is to undertake a world-class program of scientific research and to sustain, for the U.K., an active and influential regional presence and a leadership role in Antarctic affairs. The reason the U.K. funds Antarctic research is

gouvernement américain en rapport avec l'administration d'une partie du Traité sur l'Antarctique, et il représente les Etats-Unis auprès d'un certain nombre d'organismes qui s'intéressent à l'Antarctique.

Enfin, notre bureau contribue beaucoup à l'éducation et à la sensibilisation. Nous estimons qu'il est important d'expliquer au public pourquoi de si grosses sommes sont investies dans le programme antarctique des Etats-Unis. Par ailleurs, si l'on veut que la science antarctique continue de se développer, il faut continuellement attirer des jeunes qui ont du talent.

3.2 L'organisation de la science antarctique au Royaume-Uni

Andrew Clarke
British Antarctic Survey, Royaume-Uni

Il y a une différence fondamentale entre le mode de financement de la science antarctique aux Etats-Unis et les pratiques du R.-U. à cet égard. Au Royaume-Uni, la science est en grande partie financée par l'entremise d'un seul institut, qui s'occupe de la logistique et de la science.

Cependant, le programme est compliqué car il relève de deux ministères. L'existence de la British Antarctic Survey (BAS) résulte d'une décision politique, et nous devons rendre des comptes au Foreign Commonwealth Office (FCO). Cependant, c'est le Department of Trade and Industry (DTI) qui fournit les crédits nécessaires. Chaque entité a ses priorités. Il y a aussi une troisième entité, le Natural Environment Research Council (NERC), qui assure le mouvement des sommes. Un groupe d'examen informel qui inclut des représentants des trois entités tente de faire converger les opinions vers un but commun. Les crédits accordés par le gouvernement à la science antarctique sont envoyés au NERC par l'entremise du DTI, et le NERC gère les transferts de fonds. Les sommes sont ensuite transmises à la British Antarctic Survey, et une partie importante des crédits va aux universités. En outre, une filière distincte assure le transfert direct des sommes provenant du NERC qui servent à financer la recherche océanique indépendante en Antarctique. La plupart des travaux de recherche du R.-U. en Antarctique sont effectués par l'entremise de la BAS. Toutefois, c'est le comité antarctique national du R.-U. qui assure la liaison avec le Comité scientifique pour les recherches antarctiques. Bon nombre de ses membres sont des scientifiques de la BAS, mais ils n'assurent pas la liaison avec la BAS.

La British Antarctic Survey a pour mission d'appliquer un programme de recherche scientifique de calibre mondial, d'assurer, au nom du R.-U., une présence régionale influente et de jouer un rôle de direction dans les affaires antarctiques. Le R.-U. finance la recherche antarctique pour faire face aux réalités politiques : pour influencer le système antarctique, il faut

of De Havilland Twin Otters and a Dash-7

compose d'appareils Twin Otter de la compagnie De Havilland et d'un Dash-7

the result of political realities: to have influence in the Antarctic system, you have to do it through science. Science is the currency in Antarctica. The BAS budget for 2003–04 was £35 million (approximately $80.1 million CDN). Of that £7.2 million ($16.5 million CDN) goes towards science (pay and research costs), £1.5 million ($3.4 million CDN) goes towards the Antarctic Funding Initiative (AFI) (research costs only), and £26.3 million ($60.2 million CDN) is for operations. These monies fund roughly 300 support people and 100 scientists. BAS science is currently organized into three discipline-based divisions (biological, geological, and physical sciences) and funds 25 science programs. The AFI is a new program under which all funding for Antarctic fieldwork is granted through annual competitions.

The BAS operates primarily on the Antarctic Peninsula and areas within aircraft range of the peninsula. Rothera is the main research station, with smaller field operations on the ice at Halley Station where the focus is on atmospheric sciences, Bird Island Station where seabird and marine mammal research is conducted, Signy Station, a summer only facility emphasizing biological work, and a facility at King Edward Point in

mettre la science en pratique. La science sert de monnaie en Antarctique. Le budget de la BAS pour 2003–2004 était de 35 millions £ (environ 80,1 millions $CAN). Sur cette somme, 7,2 millions £ (16,5 millions $CAN) vont à la science (salaires et coûts de la recherche), 1,5 million £ (3,4 millions $CAN) à l'Antarctic Funding Initiative (AFI) (coûts de la recherche seulement) et 26,3 millions £ (60,2 millions $CAN) aux opérations. Ces montants assurent la présence d'environ 300 employés de soutien et 100 scientifiques. Actuellement, l'activité scientifique de la BAS comprend trois divisions basées sur certaines disciplines (sciences biologiques, géologiques et physiques), et 25 programmes reçoivent des crédits. L'AFI est un nouveau programme qui finance les travaux sur le terrain en Antarctique au moyen de concours annuels.

Les activités de la BAS sont surtout réalisées sur la péninsule Antarctique et dans les zones accessibles par avion à partir de la péninsule. Rothera est la principale station de recherche. Les petites installations sur la glace sont Halley Station où les travaux portent sur les sciences de l'atmosphère, Bird Island Station où l'on fait des recherches sur les oiseaux de mer et les mammifères marins, Signy Station, ouverte seulement l'été pour les études biologiques, et un centre

South Georgia where fisheries biology in conducted. The scientists travel to the stations in different ways. There are two ships (RRS *James Clark Ross* and RRS *Ernest Shackleton*) which leave the U.K. each year, then operate between the Falkland Islands and the Peninsula throughout the summer, and carry out waste at the end of the season. Most personnel fly to the Falklands and make their way from there. There is some support from a naval vessel, which also provides limited helicopter support as well. The BAS air unit has four Twin Otters and one Dash-7.

Each summer BAS supports 15–20 field parties (50–60 persons) undertaking deep field science. All members of the field parties receive field training. Logistics for these field parties is often optimized by cooperation with other countries to provide support such as aircraft, fuel, etc. These relationships are developed through the Council of Managers National Antarctic Programs (COMNAP).

3.3 Netherlands Polar Program

Ad Huiskes
Netherlands Institute of Ecology (NIOO), The Netherlands

The current Netherlands Polar Program (NPP) is just over one year old. It is a merger of the Netherlands' Antarctic Program (NAAP) and a conglomerate of Arctic projects all being funded through Netherlands Organization for Scientific Research (NWO). Polar research in the Netherlands is funded by five ministries: 1) Foreign Affairs, 2) Housing, Spatial Planning and Environment, 3) Transport, Public Works, and Water Management, 4) Agriculture, Nature, and Food Quality, and 5) Education, Culture, and Science. Foreign Affairs is chairing this Interministerial Polar Committee and also deals with Antarctic Treaty matters.

Polar research proposals must meet five policy criteria in order to be funded: 1) Scientific quality, 2) political and social relevance, 3) international links, 4) relation to the research themes of the Netherlands Antarctic Program (the Netherlands has four research themes: Glaciology and Climatology; Marine Sciences; Ecology; Man and the Antarctic Environment), and 5) the urgency and especially the feasibility of the proposal.

Any member of the research community can submit proposals for Antarctic research, but they are generally associated with one of the four leading research institutes: the Institute for Marine and Atmospheric

d'ichtyobiologie à King Edward Point, en Géorgie du Sud. Les scientifiques empruntent différents moyens pour se rendre aux stations. Chaque année deux navires (RRS *James Clark Ross* et RRS *Ernest Shackleton*) quittent le R.-U., et pendant l'été ils font la navette entre les îles Falkland et la péninsule. À la fin de la saison, ils assurent le transport des déchets. La plupart des employés se rendent aux îles Falklands d'où ils font le voyage vers l'Antarctique. Un navire militaire fournit un soutien ainsi qu'un service d'hélicoptère limité. L'unité aérienne de la BAS compte quatre Twin Otters et un Dash-7.

Chaque été, la BAS assure le soutien de 15–20 équipes (50–60 personnes) qui font des travaux scientifiques sur le terrain. Tous les membres des équipes reçoivent une formation sur le terrain. La logistique pour ces équipes est souvent optimisée grâce à la coopération avec les autres pays qui fournissent un soutien (avions, carburant, etc.). Les relations sont créées par l'entremise du Conseil des directeurs des programmes nationaux relatifs à l'Antarctique (COMNAP).

3.3 Le programme polaire des Pays-Bas

Ad Huiskes
Netherlands Institute of Ecology (NIOO), Pays-Bas

Le programme polaire des Pays-Bas (NPP) a à peine un an. Il résulte de la fusion du Netherlands' Antarctic Program (NAAP) et d'un conglomérat de projets arctiques financés par l'entremise de la Netherlands Organization for Scientific Research (NWO). Aux Pays-Bas, cinq ministères financent la recherche polaire: 1) Affaires étrangères, 2) Logement, planification spatiale et environnement, 3) Transports, travaux publics et gestion des eaux, 4) Agriculture, nature et qualité des aliments, et 5) Éducation, culture et science. Le ministère des Affaires étrangères préside ce comité polaire interministériel et s'occupe des questions liées au Traité sur l'Antarctique.

Aux fins du financement, les propositions en matière de recherche polaire doivent satisfaire cinq critères: 1) qualité scientifique, 2) pertinence sur le plan politique et social, 3) liaisons internationales, 4) rapport aux thèmes de recherche du programme antarctique des Pays-Bas (les quatre thèmes: glaciologie et climatologie; sciences de la mer; écologie; l'homme et l'environnement antarctique); 5) l'urgence et surtout la faisabilité du projet.

Tous les chercheurs peuvent soumettre une proposition pour la recherche antarctique. En général, ils ont des liens avec l'un des quatre principaux instituts de recherche : l'Institute for Marine and Atmospheric Research (IMAU), le Royal Netherlands Institute for Sea Research (RoyalNIOZ), the Netherlands Institute of Ecology (NIOO), ou le Centre

Research (IMAU), the Royal Netherlands Institute for Sea Research (RoyalNIOZ), the Netherlands Institute of Ecology (NIOO), or the Arctic Centre. These four institutes are regularly consulted as to what the research themes of the country's Antarctic program should be. The proposals for research are submitted to the Committee on Polar Research (part of NWO), which evaluates and prioritizes them. The proposals then go to the Interministerial Polar Committee. This committee makes the final assessment of the proposals and hands out funding.

The current budgets per annum are €140,000 ($220,000 CDN) for Arctic research, and €2.7 million ($4.3 million CDN) for Antarctic research. This money is divided up fairly evenly between logistics and research.

The Netherlands has no Antarctic infrastructure of its own, i.e. no ship, no research station, no aircraft. It does, however, have memorandums of understanding (MOUs) with several international organizations such as the British Antarctic Survey or Germany's Alfred Wegener Institute. A yearly amount is paid to the international partner to use their logistical facilities, regardless of how many Dutch scientists go to Antarctic in a given year. The MOUs stipulate that the Dutch projects should be in collaboration with those of the host country. Disadvantages to this system are that funding of research projects is dependent not only on the policy of the Interministerial Polar Committee, but on the research program of the host country as well. Because the research policy is redefined every five years, long-term research cannot be funded. Advantages to this type of system include the fact that the Netherlands spends less on logistics (40–50% *vs.* the 80% that some other countries pay), that research is not restricted to a single location, that the research effort is thematic and focussed and, finally, that the short-term nature of the projects allows researchers to focus on specific, actual problems.

3.4 Antarctica New Zealand

Shulamit Gordon
Science Adviser, Antarctica New Zealand

Antarctica New Zealand is a crown entity set up in 1996 to develop, manage and execute activities in respect of Antarctica and the Southern Ocean. The organization is quasi-governmental, receiving its funding from the Ministry of Foreign Affairs and Trade. It has a board of six directors, and has a core staff of 24,

arctique. Ces quatre instituts sont régulièrement consultés lorsque les responsables établissent les thèmes de la recherche du programme antarctique du pays. Les propositions sont soumises au comité de la recherche polaire (qui fait partie de la NWO) qui les évalue et les classe par ordre de priorité. Elles sont ensuite transmises au comité polaire interministériel qui fait l'évaluation finale et verse les crédits.

Actuellement, les budgets annuels se chiffrent à 140 000 € (220 000 $CAN) pour la recherche arctique, et à 2,7 millions € (4,3 millions $CAN) pour la recherche antarctique. Ces sommes sont assez également réparties entre la logistique et la recherche.

Les Pays-Bas n'ont pas d'infrastructure antarctique (navires, stations de recherche, avions, etc.). Cependant, le pays conclut des protocoles d'entente (PE) avec plusieurs organismes internationaux comme la British Antarctic Survey ou l'institut Alfred Wegener de l'Allemagne. Une somme annuelle est versée au partenaire international pour l'utilisation de ses installations logistiques, peu importe le nombre de scientifiques néerlandais qui vont en Antarctique durant l'année. Les PE précisent que les projets néerlandais doivent être réalisés en collaboration avec le pays hôte. L'inconvénient de ce système : le financement des projets dépend non seulement de la politique du comité polaire interministériel, mais aussi du programme de recherche du pays-hôte. Comme la politique sur la recherche est redéfinie tous les cinq ans, la recherche à long terme ne peut être financée. Les avantages de ce type de système : les Pays-Bas dépensent moins pour la logistique (40–50 % c. les 80 % de certains autres pays); la recherche n'est pas limitée à un seul endroit; elle porte sur des thèmes; et enfin, les projets à court terme permettent aux chercheurs de se concentrer sur des problèmes réels précis.

3.4 Antarctica New Zealand

Shulamit Gordon
Conseiller scientifique, Antarctica New Zealand

Antarctica New Zealand est une société d'État créée en 1996 pour concevoir, gérer et exécuter des activités en rapport avec l'Antarctique et l'océan Austral. En tant qu'organisme quasi-gouvernemental, elle reçoit son financement du ministère des Affaires étrangères et du Commerce. Son conseil d'administration comprend six administrateurs, et son centre, à

New Zealand's Antarctic science program is based on a number of strategic themes; one of them is the study of life in extreme environments.

Le programme de science antarctique de la Nouvelle-Zélande se base sur un certain nombre de thèmes stratégiques; l'un de ces thèmes est l'étude de la vie dans les environnements extrêmes.

based in Christchurch. The annual budget is $8 million NZ ($6.5 million CDN) and the organization provides logistical support only. The framework for New Zealand's work in Antarctica is given by the government's statement of strategic interest. It comprises a commitment to the intrinsic value of Antarctica, to uphold the elements of the Antarctic Treaty System, to support Antarctic science, and to demonstrate environmental stewardship.

Antarctica New Zealand's structure is based on a number of outputs from a purchase agreement it has with the Ministry of Foreign Affairs and Trade. These include establishing an operational presence in Antarctica, which is achieved by the maintenance of Scott Base and by providing logistical support for scientists, either independently or in conjunction with other countries. The planning and facilitation of science involves publishing an Antarctic science strategy and other information on Antarctic science, as well as managing applications for support (each year, about 37–40 projects are funded out of 40–50 proposals).

Christchurch, compte 24 employés de base. Son budget annuel est de 8 millions $NZ (6,5 millions $CAN), et elle fournit seulement un soutien logistique. Le cadre du travail de la Nouvelle-Zelande en Antarctique est établi dans la déclaration d'intérêt stratégique du gouvernement. Il comprend un engagement à respecter la valeur intrinsèque de l'Antarctique, à maintenir les éléments du système du Traité sur l'Antarctique, à appuyer la science antarctique et à faire preuve de responsabilité en matière de gérance environnementale.

La structure d'Antarctica New Zealand se base sur un certain nombre d'éléments d'un accord d'achat que l'organisme a conclu avec le ministère des Affaires étrangères et du Commerce. Ceux-ci incluent l'établissement d'une présence opérationnelle en Antarctique qui est assurée par la base Scott et le soutien logistique fourni aux scientifiques, d'une manière indépendante ou avec d'autres pays. La planification et l'encouragement de la science demandent la publication d'une stratégie sur la science antarctique et la diffusion de renseignements à cet égard, ainsi que la gestion des demandes d'aide (chaque année, environ 37–40 projets sur 40–50 propositions obtiennent un financement). L'engagement à faire

The organization's commitment to environmental stewardship includes implementing an environment management strategy to improve energy efficiency and waste water management, ensuring that base and field parties comply with environmental regulations, and conducting a clean-up at Cape Hallett. Antarctica New Zealand regularly conducts public awareness and educational campaigns about the continent, and the organization represents New Zealand's interests in Antarctic matters in international fora.

The science supported by Antarctica New Zealand is based on strategic themes which are revised every five years. These themes are developed by discussing with the scientists what science came out of the previous strategy, and what science they hope to achieve in the future. The directions from the scientists are combined with governmental directions as well. The 1998–2003 themes are as follows: Antarctica as a global barometer, the Southern Ocean, life in extreme environments, human influences in/on Antarctica, and the connections between Antarctica and New Zealand. A number of rather large projects are being supported under the umbrella of these themes including ANDRILL (Antarctic Drilling Program) which examines sediments for indications of global change, the BioRoss Research project which seeks to develop a better inventory of biodiversity in the Ross Sea region, and the Latitudinal Gradient Project which examines ecosystems along a gradient to predict how they may respond to environmental change.

Antarctica New Zealand provides funding for the logistical support. Project proposals are reviewed by an Antarctic Research Committee and external reviewers and are evaluated based on scientific merit, feasibility, and relevance to the science strategy. In 2003–2004, 39 projects are being supported, representing all the country's universities and four of its crown research institutes. The funding for the science itself comes from one of three sources: government research facilities, universities, and other entities such as private research companies. The most recent numbers for the amount spent on Antarctic science (excluding logistics) is $7.7 million NZ ($6.2 million CDN). The main issue regarding funding at the moment is the absence of a formal agreement between the logistics provider (Antarctica New Zealand) and the funding contributors. This means that researchers have to apply to two different agencies: one for logistics support and the other for science funding. Talks are currently under way to integrate the two rounds of proposals.

preuve de responsabilité en matière de gérance environnementale inclut la mise en œuvre d'une stratégie de gestion de l'environnement pour améliorer le rendement énergétique et la gestion des eaux usées, la garantie de respect des règlements sur l'environnement par la base et les équipes, et le nettoyage à Cape Hallett. Antarctica New Zealand mène régulièrement des campagnes d'éducation et de sensibilisation du public à propos du continent; elle défend les intérêts de la Nouvelle-Zélande dans les dossiers antarctiques, sur la scène internationale.

Les travaux scientifiques auxquels Antarctica New Zealand fournit une aide sont basés sur des thèmes stratégiques révisés tous les cinq ans. Ces thèmes sont élaborés à la suite de discussions avec les scientifiques à propos des résultats des stratégies antérieures et de leurs aspirations. Les idées des scientifiques sont intégrées aux orientations gouvernementales. Les thèmes pour 1998–2003 sont : l'Antarctique, un baromètre mondial; l'océan Austral, la vie dans les environnements extrêmes; les influences humaines sur l'Antarctique; et les liens entre l'Antarctique et la Nouvelle-Zélande. Un certain nombre de grands projets reçoivent une aide dans le cadre de ces thèmes. Exemples : le projet ANDRILL (programme de forage antarctique) qui s'intéresse aux sédiments pour l'obtention d'indices sur le changement planétaire; le projet de recherche BioRoss qui vise à établir un meilleur répertoire de la biodiversité dans la région de la mer de Ross; et le projet des gradients latitudinaux qui étudie les écosystèmes le long d'un gradient, pour qu'on puisse prédire leurs réactions aux changements environnementaux.

Antarctica New Zealand fournit un financement pour le soutien logistique. Les projets soumis sont examinés par un comité de la recherche antarctique et des gens de l'extérieur, puis jugés d'après leur mérite scientifique, leur faisabilité et leur rapport à la stratégie scientifique. Pour la période 2003–2004, une aide a été accordée à 39 projets; leurs promoteurs proviennent de toutes les universités du pays et de quatre de ses instituts de recherche appartenant à l'État. Le financement de la science comme tel provient de l'une de trois sources : les centres de recherche du gouvernement, les universités et d'autres entités comme les entreprises de recherche privées. Les chiffres les plus récents sur les montants consacrés à la science antarctique (excluant la logistique) sont 7,7 millions $NZ (6,2 millions $CAN). Actuellement, le principal problème en rapport avec le financement est dû au fait qu'il n'y a pas d'entente officielle entre le fournisseur du soutien logistique (Antarctica New Zealand) et les fournisseurs de crédits. Ainsi, les chercheurs doivent soumettre une demande à deux organismes différents, une pour le soutien logistique et une autre pour le financement de la science. Des pourparlers ont été entamés pour intégrer les deux ensembles de propositions.

3.5 German Polar Research

Detlef Damaske and Franz Tessensohn
Federal German Geological Survey (BGR), Germany

In Germany, active polar research is conducted at three types of institution: 1) the Alfred Wegener Institute (AWI) in Bremerhaven, 2) the section of polar geology of the Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Federal German Geological Survey, BGR) and 3) in the universities. The universities do not have logistical facilities for this research, so they are supported in this respect by the other two institutions. Support for the universities through the BGR is through sporadic expeditions, whereas the Alfred Wegener Institute was founded specifically to coordinate polar research in Germany and to provide logistic support for expeditions. There is cooperation between the AWI and the BGR, for example, in the form of joint expeditions and sharing use of the icebreaker *Polarstern*.

The main funding for polar research is through the AWI and is provided by the Ministry of Research and Technology, while additional funding for polar geology is provided by the Ministry of Economics. Funding of the universities for individual research proposals is through Deutsche Forschungsgemeinschaft, the German Research Foundation (DFG). The DFG also funds certain AWI and BGR proposals. BGR's budget is relatively small compared to AWI's, but then they cover only one major research field: land based geology and geophysics. Both organizations are concerned with long term research, whereas the universities tend to be involved in shorter term work (*i.e.*, 2–4 year projects).

The Alfred Wegener Institute operates the *Polarstern* and two polar aircraft used for scientific purposes. Traditionally, BGR has worked in different areas than the AWI. In terms of regional coverage in Antarctica, AWI's work is concentrated around the year-round Neumayer Station in the Weddell Sea area. BGR has made the Ross Sea area a priority and their work is concentrated there, but they do make sporadic forays into other areas in cooperation with other institutions. BGR has a small hut in northern Victoria Land, and has operated the Gondwana (summer) Station in Terra Nova Bay since 1982, near the Italian base which was established in 1985.

3.5 La recherche polaire de l'Allemagne

Detlef Damaske et Franz Tessensohn
Étude géologique de l'Allemagne fédérale (BGR), Allemagne

En Allemagne, trois types d'institutions font de la recherche polaire: 1) l'Institut Alfred Wegener (IAW) à Bremerhaven, 2) la section de la géologie polaire de la Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Étude géologique de l'Allemagne fédérale, BGR) et 3) les universités. Ces dernières ne possèdent pas d'installations logistiques pour cette recherche; elles sont donc aidées par les deux autres institutions. La BGR aide les universités en organisant des expéditions de temps à autre, alors que l'Institut Alfred Wegener a été fondé spécialement pour coordonner la recherche polaire en Allemagne et fournir un soutien logistique aux expéditions. L'IAW et la BGR collaborent entre autres en organisant des expéditions conjointes et en partageant le brise-glace *Polarstern*.

C'est surtout le ministère de la Recherche et de la Technologie qui finance la recherche polaire, par l'entremise de l'IAW, et le ministère de l'Économie fournit des crédits supplémentaires pour la géologie polaire. Le financement des universités pour les projets de recherche individuels passe par l'entremise de la Deutsche Forschungsgemeinschaft, la fondation de recherche allemande (DFG). La DFG finance aussi certains projets de l'IAW et de la BGR. Le budget de la BGR est relativement petit par rapport à celui de l'IAW, mais la BGR couvre seulement un domaine principal de recherche: la géologie terrestre et la géophysique. Les deux organismes s'intéressent à la recherche à long terme, alors que les universités entreprennent habituellement des travaux à court terme (c.-à-d. des projets qui durent 2–4 ans).

L'Institut Alfred Wegener exploite le *Polarstern* et deux avions polaires qui servent à des fins scientifiques. Dans le passé, la BGR a œuvré dans des secteurs différents de ceux de l'IAW. Pour ce qui est de la couverture régionale en Antarctique, les travaux de l'IAW se concentrent aux environs de la station Neumayer, dans la région de la mer de Weddell. La BGR a fait de la région de la mer de Ross une priorité, et c'est là que ses travaux sont concentrés, mais elle participe parfois à des activités ailleurs, avec d'autres institutions. La BGR a une petite hutte dans la partie nord de Victoria Land, et depuis 1982 elle exploite la station Gondwana (en été), dans la baie de Terra Nova, près de la base italienne construite en 1985.

4 The Canadian System

4.1 Relevant Canadian Organization and Funding Models

Peter Johnson
Canadian Polar Commission

Other speakers have provided an overview of logistic, funding and science structures of other countries' Antarctic programs. These raise some issues for consideration in the development of a Canadian program: funding for a program should not be intended to replace project funds available through the granting councils; the Canadian Antarctic research community has a strong international reputation but is small and multi-disciplinary and as such it is difficult to emphasize any one area of scholarship; and to date we have relied on logistics from other nations, usually through Polar Continental Shelf's Arctic-Antarctic Exchange Program.

There are a number of realities that need to be considered in putting together a program. We already have the nucleus for a program structure with the Canadian Polar Commission and the Canadian Committee for Antarctic Research acting as coordinating bodies. In the design of a program, the high cost of fixed bases needs to be remembered, as does the recognition that a fixed base may not serve the range of disciplines that a Canadian program might encompass. The use of the icebreaker CCGS *Amundsen* as a mobile base for expeditions has been suggested as a solution. In terms of reciprocity of resources, Canadian northern field stations lack the facilities, due to rust-out, to attract large international science programs. The perception among some Arctic scientists that an Antarctic program would draw resources away from Arctic investment would also need to be addressed.

Resources would be needed both to run a program and for the science. There are a number of models from other countries, but I think these two elements should be integrated for Canadian activities. There appear to be five main options for a Canadian program. First: setting up an independent foundation, which would probably be an expensive option because a separate bureaucracy would be needed. An advantage of the foundation approach is that government has seen it as

4 Le système canadien

4.1 Organisation canadienne et modèles de financement

Peter Johnson
Commission canadienne des affaires polaires

Les autres conférenciers ont fourni un aperçu de la logistique, du financement et de la structure en rapport avec les programmes scientifiques antarctiques des autres pays. Ces questions font ressortir les points à examiner pour la mise sur pied d'un programme canadien : le financement d'un programme ne devrait pas viser à remplacer les crédits consentis par l'entremise des conseils subventionnaires; les chercheurs canadiens qui s'intéressent à l'Antarctique jouissent d'une solide réputation internationale, mais comme le petit groupe œuvre dans de nombreuses disciplines, il est difficile de mettre en valeur une branche d'activité en particulier; et jusqu'ici nous avons compté sur le soutien logistique des autres pays, habituellement dans le cadre du Programme d'échange Arctique-Antarctique de l'Étude du plateau continental polaire.

Il faut tenir compte d'un certain nombre de réalités lorsqu'on crée un programme. Nous avons déjà la base de la structure de programme: la Commission canadienne des affaires polaires et le Comité canadien de la recherche antarctique seront les organismes de coordination. Lorsqu'on conçoit un programme, il faut se rappeler que le coût des bases fixes est élevé et savoir qu'une base fixe ne couvrira peut-être pas la gamme de disciplines qu'un programme canadien pourrait comprendre. Certains ont proposé la solution suivante : utiliser le brise-glace GCC *Amundsen* comme base mobile pour les expéditions. En fait de réciprocité des ressources, les stations canadiennes dans le Nord n'ont pas les installations nécessaires (elles sont rouillées) pour attirer les grands programmes scientifiques internationaux. Il faudrait aussi tenir compte de l'opinion de certains scientifiques de l'Arctique qui pensent qu'un programme antarctique accaparerait les ressources, au détriment des investissements dans l'Arctique.

Il faudrait consacrer des ressources à l'administration du programme et à la science. Les autres pays offrent un certain nombre de modèles, mais je pense que ces deux éléments devraient être intégrés pour les activités canadiennes. Il semble y avoir cinq principales options pour l'élaboration d'un programme canadien. La première : créer une fondation indépendante, ce qui coûterait sans doute très cher parce

a preferred mechanism to fund science (e.g., Canadian Foundation for Climate and Atmospheric Sciences, Canadian Foundation for Innovation). Second: integration within an existing structure, although the multidisciplinary aspect of a Canadian Antarctic program would not fit well within the structure of any one granting council. A Network of Centres of Excellence might not be the best model because of the small size of the community and the fact that it is quite dispersed. Third: the formation of a university institute, which might place too much focus within one institution, but may be attractive to some universities who have existing polar interests. Fourth: a structure internal to government, but this does not seem particularly feasible given the fact that a foundation structure is not really applicable, and a government program would be too vulnerable to policy shifts, with no guarantee of program continuity, and subject to the uncertainties surrounding the role of science in government. Finally: formation of a foundation aligned to existing non-funding organizations. This could draw on existing infrastructure and expertise but there could still be separate boards to represent the different constituencies. An Antarctic foundation could be built around a relationship to the Canadian Polar Commission or the Canadian Committee for Antarctic Research.

qu'une bureaucratie distincte serait nécessaire. L'avantage d'une fondation est le fait que le gouvernement préfère ce mécanisme pour financer la science (Fondation canadienne pour les sciences du climat et de l'atmosphère, Fondation canadienne pour l'innovation, etc.). La deuxième: intégrer le programme à une structure existante, même si l'aspect multidisciplinaire du programme canadien de recherche antarctique ne cadrerait pas bien avec la structure d'un conseil subventionnaire. Un réseau de centres d'excellence ne serait peut-être pas le meilleur modèle, vu la petite taille du groupe disperse de chercheurs. La troisième: la formation d'un institut universitaire, qui pourrait accorder un trop grand intérêt à une seule institution, mais plaire à certaines universités qui ont déjà des intérêts dans des dossiers polaires. La quatrième: une structure interne du gouvernement, mais cela ne semble pas idéal puisque la structure d'une fondation n'est pas réellement applicable, et parce qu'un programme gouvernemental serait trop vulnérable aux changements de politiques; et il n'y aurait pas de garantie de continuité, mais une incertitude quant au rôle du gouvernement dans la science. Enfin: former une fondation alignée sur des organismes existants qui n'offrent pas de financement. Cette option pourrait permettre de profiter de l'infrastructure et du savoir-faire existants, mais il pourrait encore y avoir des conseils distincts qui représenteraient les différentes collectivités. La fondation antarctique pourrait se baser sur une relation avec la Commission canadienne des affaires polaires ou le Comité canadien de la recherche antarctique.

4.2 NSERC and Antarctic Science

Norman Marcotte
National Science and Engineering Research Council (NSERC), Canada

National Science and Engineering Research Council (NSERC) is just one of the granting agencies for university research. The organization does not have a specific program for funding Antarctic research, in that they cover all disciplines in the natural sciences and engineering, regardless of geographical location.

For 2003–04, NSERC has a total budget of $772 million. Most of this is spread out over three programs which fund basic research: the People Programs – which fund things like research chairs, postgraduate scholarships and research fellowships – have a budget of $240.6 million; the Discovery Programs primarily go towards Discovery grants which support individual university researchers themselves, and they have a budget of $341.3 million; the Innovation Programs fund strategic projects, research networks and university-

4.2 Le CRSNG et la science antarctique

Norman Marcotte
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG)

Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) est l'un des organismes qui subventionnent la recherche universitaire. Il n'a pas de programme particulier pour le financement de la recherche antarctique car il couvre toutes les disciplines des sciences naturelles et du génie, sans égard au lieu géographique.

Pour 2003–2004, le CRSNG dispose d'un budget total de 772 millions $. La plus grande partie de cette somme est répartie entre trois programmes qui financent la recherche fondamentale: les programmes de formation – qui financent entre autres les chaires de recherche, les bourses d'études supérieures et les bourses de recherche (budget de 240,6 millions $); les programmes de découverte qui accordent surtout des subventions à la découverte et aident ainsi les chercheurs individuels des universités (budget de 341,3 millions $); les programmes pour l'innovation qui financent des projets

industry partnerships, and their budget is $113.4 million. Programs that could fund Antarctic work include the Research Network program, the Science Promotion and Prizes grant, and the Major Facilities Access (MFA) grant which is for facilities of national or regional importance. The MFA mostly supports Canadian facilities, but there are a few applications received every year for access to international facilities.

For most of NSERC's 25-year history its overall budget has increased more or less steadily with a reduction in the mid-1990's, like all federal departments. Since 1998 the budget has shown a fairly healthy increase, reflecting the importance of science and innovation to Canada. The other side of the coin, though, is that the demand for resources has increased. The main pressure on NSERC right now is from new applications to the Discovery Programs. Three years ago there were 600 new applicants, and this year we expect 1000. A recent increase in the base budget of $55 million per year is being used to support these applicants and to improve support for graduate students, as well as for undergraduate student research assistantships and for northern and climate research. Some of this new money is also going to the PromoScience program, which could be used for outreach related to Antarctic research.

It is difficult to say specifically what the current NSERC support is for Antarctic research, primarily because the agency does not track exactly where the research is being conducted. At the very least, however, there are 9 NSERC researchers who received Discovery Grants totalling $600,000, working in Antarctica. The Social Science and Humanities Research Council (SSRHC) is funding two Antarctic projects to the tune of $340,000. Examples of this research include the meridional overturning of the Southern Ocean (NSERC), microbial degradation of petroleum hydrocarbons at cold temperatures (NSERC), paleo-environmental assessment from lacustrine and marine sedimentary records (NSERC), anti-masking strategies of polar seal underwater vocalizations (NSERC), cybercartography and the new economy (SSHRC), and the legitimacy and effectiveness of international environmental regimes (SSHRC).

Although there are no new NSERC initiatives that would provide support specifically for Antarctic research, there are a number of opportunities for support that exist right now. The first involves research networks; a number of individuals grouping together to perform bi-polar comparisons could be considered a network. The research networks have to be focussed on a specific theme and must also have end users who

stratégiques, des réseaux de recherche et des partenariats université-industrie (budget de 113,4 millions $). Outre les programmes qui offrent une aide générale aux chercheurs et aux étudiants, ceux qui peuvent servir à financer des travaux en Antarctique comprennent le programme de réseaux de recherche, le prix Promotion des sciences, et le programme des subventions d'accès aux installations majeures (AIM) qui concerne les installations à caractère national ou régional. Les AIM appuient surtout les installations canadiennes, mais chaque année le Conseil reçoit quelques demandes pour l'accès à des installations internationales.

Pour la plus grande partie de ses 25 années d'existence, le CRSNG a vu son budget général augmenter assez régulièrement, même si comme tous les ministères fédéraux, il a subi des compressions au milieu des années 1990. Depuis 1998 cependant, le budget s'accroît sensiblement, ce qui reflète l'importance de la science et de l'innovation pour le Canada. L'autre côté de la médaille : la demande de ressources s'est accrue. Actuellement, la principale contrainte pour le CRSNG provient des demandes présentées dans le cadre des programmes de découverte; il y a trois ans, on avait compté 600 nouveaux demandeurs, et cette année ce chiffre devrait grimper à 1 000. La récente augmentation du budget de base de 55 millions $ par année sert à aider ces demandeurs et à améliorer le soutien aux étudiants diplômés, à créer des postes d'assistant à la recherche pour étudiants non diplômés et à subventionner la recherche sur le Nord et le climat. Une partie de l'argent va au programme PromoScience qui peut servir à la sensibilisation en rapport avec la recherche antarctique.

Il est difficile de fournir des précisions sur l'aide accordée à la recherche antarctique par le CRSNG, surtout parce que l'organisme ne fait pas de suivi pour savoir où la recherche est effectuée. Cependant, au moins neuf chercheurs du CRSNG qui travaillent dans l'Antarctique ont reçu des subventions à la découverte totalisant 600 000 $. Le Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH) finance deux projets antarctiques, à raison de 340 000 $. Exemples des domaines de recherche : le brassage convectif méridional des eaux de l'océan Austral (CRSNG); la dégradation par les microbes des hydrocarbures du pétrole à de froides températures (CRSNG); l'évaluation paléo-environnementale à partir d'indices de sédiments lacustres et marins (CRSNG); les stratégies anti-masquage des cris des phoques polaires sous l'eau (CRSNG); la cybercartographie et la nouvelle économie (CRSH); et la légitimité et efficacité de régimes environnementaux internationaux (CRSH).

Aucune nouvelle initiative du CRSNG ne fournira une aide spécialement pour la recherche antarctique, mais actuellement il y a des moyens d'obtenir un soutien. Le premier est le recours aux réseaux de recherche; on considère comme un réseau le regroupement de plusieurs personnes qui veulent faire des comparaisons bipolaires. Les réseaux de recherche doivent s'intéresser à un thème en particulier et pouvoir

will draw on the results of the research. Strategic projects provide a second opportunity to draw on NSERC funds. Again, they must be focussed on a specific area and there must be end users (*e.g.*, Environment Canada could be an end user of environmental research). Another opportunity is access to ship-time. This is a small program and needs to be applied for every year. This is currently used mostly for ship-time in Canada, but it does cover ship-time internationally. The last opportunity involves the Special Research Opportunity program (SRO) which enables researchers to pursue new and emerging research opportunities. An example of this in terms of Antarctic research could be a special expedition that Canadians might wish to join. Pre-screening is done through a Letter of Intent (LOI) and the program is highly selective because the amount of funding available is not high.

indiquer qui utilisera les résultats de la recherche. Les projets stratégiques offrent une deuxième possibilité d'obtenir des fonds du CRSNG. Encore une fois, les projets doivent porter sur un domaine précis, et il faut qu'il y ait des utilisateurs (p. ex., Environnement Canada peut être un utilisateur de la recherche environnementale). Une autre possibilité est l'obtention de temps à bord d'un navire. Le programme de temps-navire est petit, et il faut faire une demande chaque année. Il sert surtout à obtenir du temps-navire au Canada, mais il couvre un certain temps-navire à l'échelle internationale. La dernière possibilité est le recours au Programme d'occasions spéciales de recherche (OSR) qui permet aux chercheurs d'exploiter de nouveaux débouchés. Il pourrait y avoir, par exemple, une expédition spéciale pour la recherche antarctique à laquelle des Canadiens pourraient participer. Il faut envoyer une lettre d'intention (LI) pour soumettre sa candidature. Le processus de sélection pour ce dernier programme est très rigoureux parce que les sommes disponibles à des fins de financement ne sont pas élevées.

5 The International Polar Year

5.1 The International Polar Year Planning Group

Robert Bindschadler
Member, International Council of Science (ICSU), IPY Planning Group

The First International Polar Year (IPY) was held in 1882–83, with subsequent ones in 1932–33 and 1957–58. The legacy of the IPY is in our heritage as polar scientists, so it's important to continue with another polar year and a number of groups have advocated it. International Council of Science (ICSU) established an IPY planning group in 2003 which tried to cut across boundaries in terms of nationality, but also across scientific disciplines. The vision of the planning group allows us to gain an understanding of the goals of the latest IPY. That vision is of an international program of coordinated research to explore the polar regions, deepen understanding of polar interactions including their role in global climate, expand our ability to detect changes, and extend this knowledge to the public and decision makers.

There are a number of important characteristics of IPY research. 1) It should address compelling science issues. 2) This is not business as usual; what makes IPY special is that the research activities are ones that would not otherwise occur. 3) Internationally coordinated polar observations and analysis enhance knowledge, drive innovation, and build international harmony. 4) Attracting and developing the next generation of scientists is a fundamental characteristic of IPY since IPY activities are what set the stage for research into the future. 5) Engaging the public is also important.

The planning group has come up with three major themes for IPY and is eager for feedback to them. The first is the exploration of new frontiers. Examples of this theme include exploration of sub-ice habitats and environments, or polar biodiversity and ecosystems. A second theme is understanding change at the poles. Examples of this could be new polar benchmarks and retrospectives, stability of the cryosphere, or environmental and societal change. The final theme is decoding polar processes. Some of the processes that might be examined include the role of the poles in the global

5 L'année polaire internationale

5.1 Le groupe de planification pour l'année polaire internationale

Robert Bindschadler
Membre, Conseil international pour la science (CIS), groupe de planification de l'API

L'année polaire internationale (API) a été soulignée pour la première fois en 1882–1883, et les fois suivantes étaient en 1932–1933 et 1957–1958. En tant que scientifiques des affaires polaires, nous estimons que l'histoire de l'API fait partie de notre patrimoine. Il est donc important de poursuivre la tradition en soulignant une autre fois l'année polaire. Plusieurs groupes sont en faveur de ce projet. En 2003, le Conseil international pour la science (CIS) a créé un groupe de planification qui vise à supprimer les frontières de la nationalité et à intégrer l'ensemble des disciplines scientifiques. La vision du groupe nous permet de comprendre les buts de l'API 2007–2008. Cette vision prévoit un programme international de recherche coordonnée dont les buts seraient : explorer les régions polaires, approfondir la connaissance des interactions polaires, y compris leur rôle dans le climat mondial, accroître nos aptitudes à détecter les changements et communiquer les connaissances au public et aux décideurs.

La recherche en rapport avec l'API aurait plusieurs caractéristiques importantes. 1) Elle devrait s'intéresser à des questions scientifiques impérieuses. 2) Elle irait au-delà des activités habituelles; l'API donne l'occasion d'engager une action hors de l'ordinaire. 3) Les observations et l'analyse des phénomènes polaires coordonnées à l'échelle internationale améliorent les connaissances, favorisent l'innovation et renforcent l'harmonie internationale. 4) Le désir d'attirer et de perfectionner la prochaine génération de scientifiques est une caractéristique fondamentale de l'API puisque les activités prévues donnent le ton à la recherche pour l'avenir. 5) Il importe aussi de susciter l'intérêt du public.

Le groupe de planification a proposé trois principaux thèmes pour l'API, et il souhaite obtenir des commentaires à ce sujet. Le premier thème est l'exploration de nouveaux milieux, notamment les habitats et environnements sous-glaciaires ou la biodiversité et les écosystèmes polaires. Un deuxième thème est la compréhension des changements propres aux pôles. On pourrait, par exemple, examiner les nouveaux points de référence et les rétrospectives polaires, la question de la stabilité de la cryosphère ou les changements

climate system, ecosystem functioning, and the transport, accumulation and impacts of pollutants.

The IPY has been organized as follows: the ICSU IPY Planning Group will receive input from national IPY committees on what research should be conducted. These ideas will be grouped into clusters and handed to science steering groups who can then mold the ideas into research elements consistent with IPY objectives. In addition, there is expected to be a series of big projects such as having multiple space agencies training satellites on the polar regions, or covering the Southern Ocean with an armada of ships. Each of the science steering groups and the big projects will then consist of sub-groups: a planning group, an education and outreach group, and an information technology group to ensure that data from the research is widely disseminated.

A timeline has been created that permits multiple opportunities for input from various players. Ideas for research activities are currently being solicited. These will be handed to the science steering groups who will really start working on them from March to September 2004. The IPY Program is scheduled for completion by September 2005. The Canadian IPY contact is

Dr. H. Jorjoni
National Research Council of Canada
International Relations
1200 Montreal Road, Building M-58
Ottawa , ON
K1A 0R6
Tel: (613) 991-5457
Hamid.Jorjani@nrc-cnrc.gc.ca.

environnementaux et dans la société. Le dernier thème est le décodage des processus polaires. Les processus à examiner comprendraient, entre autres, le rôle des pôles dans le système de climat planétaire, le fonctionnement des écosystèmes ou le transport, l'accumulation et les effets des polluants.

En vue de l'organisation de l'API, le groupe de planification API CIS recevra les suggestions des comités nationaux de l'API sur la recherche à effectuer. Les idées soumises seront regroupées et communiquées à des groupes directeurs scientifiques qui pourront en faire des éléments de recherche conformes aux objectifs de l'API. En outre, on s'attend à une série de grands projets, notamment le déploiement par de multiples agences spatiales de satellites de formation dans les régions polaires, ou de flottes de navires dans l'océan Austral. Chacun des groupes directeurs scientifiques et des groupes chargés des grands projets comprendra des sous-groupes : un groupe chargé de la planification, un groupe chargé de l'éducation et de la sensibilisation, et un groupe de la technologie de l'information qui veillerait à la vaste diffusion des données de la recherche.

On a établi un calendrier qui donnera aux divers intervenants de nombreuses occasions de faire des suggestions. Actuellement, on fait appel aux idées pour les activités de recherche. Celles-ci seront communiquées aux groupes directeurs scientifiques qui commenceront à s'activer entre mars et septembre 2004. Le programme de l'API devrait être établi d'ici à septembre 2005. Le responsable de l'API au Canada est

M. H. Jorjani
Conseil national de recherches du Canada
Relations internationales
1200, chemin Montréal, édifice M-58
Ottawa, ON
K1A 0R6
Tel.: (613) 991-5457
Hamid.Jorjani@nrc-cnrc.gc.ca.

5.2 Canadian Perspectives on the International Polar Year

Peter Johnson
Canadian Polar Commission

The Canadian Polar Commission (CPC) is coordinating many of the activities related to Canadian participation in IPY. To date, it has opened a web discussion site on IPY and published an information pamphlet to stimulate interest and discussion on the possible role of Canada in the IPY. The Commission has also convened three meetings of the Canadian IPY Interest Group which includes members from academia, scientific

5.2 Perspectives canadiennes sur l'Année polaire internationale

Peter Johnson
Commission canadienne des affaires polaires

La Commission canadienne des affaires polaires (CCAP) coordonne bon nombre d'activités en rapport avec la participation du Canada à l'API. Elle a créé un site Web consacré à la discussion sur l'API et publié une brochure de renseignements afin de stimuler l'intérêt et le débat sur l'éventuel rôle du Canada. En outre, la Commission a convoqué trois réunions du groupe d'intérêt canadien pour l'API qui comprend des membres des universités, des organismes scientifiques, des administrations

organizations, the federal and territorial governments, NGO's, and indigenous organizations. The group informs participants of IPY developments, both nationally and internationally, and is seeking funding to support the development and coordination of a Canadian IPY program. The CPC has established a general IPY site and a discussion group site on the Canadian Polar Information Network (CPIN) web site at www.polarcom.gc.ca. Canada also has a representative to the International Council of Science (ICSU) IPY Planning Group. The CPC has asked the members of Assistant Deputy Ministers' Committee on Northern Science and Technology to consider how their respective departments might financially support and participate in the IPY 2007–08 planning process. The commission has lobbied international bodies (ICSU and the International Arctic Science Committee, IASC) to consider having a social science component to IPY activities, and is working at disseminating information about IPY to northern communities in Canada.

A number of Canadian organizations are either reviewing possibilities for science contributions or are already planning IPY-related activities. These include the Canadian National Committee for the Scientific Committee on Oceanic Research, Canadian participants in the Climate and Cryosphere (CliC) project, the Canadian Meteorological and Oceanographic Society, and the Canadian Space Agency.

Canada's next steps in developing its IPY program include securing funding for IPY activities, establishing a Canadian IPY Steering Committee and developing the Canadian IPY program to complement the international effort. Nevertheless, a number of questions must be answered in order to move ahead with IPY planning: Where do we want to conduct the research? Should the emphasis be on field programs, remote sensing, or a combination of the two? What science questions do we want to address and what methodologies should be used? What are the logistic requirements in terms of ships or aircraft? Can we extend our resources through international partnerships? Over the coming months, the Canadian Polar Commission, along with input from all groups involved in polar research, will be working to answer these questions.

fédérale et territoriales, des ONG et des groupes autochtones. Le groupe informe les participants des faits nouveaux concernant l'API, à l'échelle nationale et internationale. Il cherche un financement pour l'élaboration et la coordination d'un programme canadien pour l'API. La CCAP a créé un site général de l'API et un forum sur le site du Réseau canadien d'information polaire (RCIP) à l'adresse www.polarcom.gc.ca. Le Canada a un représentant membre du groupe de planification API du Conseil international pour la science (CIS). La CCAP a demandé aux membres du comité des sous-ministres adjoints sur la science et la technologie nordiques d'essayer de savoir comment leur ministère pourrait fournir une aide financière et participer au processus de planification de l'API 2007–2008. Elle a fait des pressions auprès des organismes internationaux (le CIS et le Comité international pour les sciences arctiques, CISA) pour les inciter à intégrer un élément de sciences sociales aux activités de l'API. Elle communique l'information sur l'API aux collectivités nordiques du Canada.

Un certain nombre d'organismes canadiens étudient les possibilités de contribution à la science ou planifient des activités en rapport avec l'API. Ces organismes incluent le comité national canadien pour le Comité scientifique pour les recherches océaniques, les participants canadiens au projet Climat et Cryosphère (CliC), la Société Canadienne de Météorologie et d'Océanographie et l'Agence spatiale canadienne.

Les prochaines étapes qu'entreprendra le Canada pour élaborer son programme de l'API incluent l'obtention d'un financement pour les activités de l'API, la création d'un comité directeur canadien de l'API et l'élaboration du programme canadien de l'API pour compléter l'effort international. Néanmoins, il faut trouver la réponse à un certain nombre de questions pour pouvoir entreprendre la planification de l'API. Où voulons-nous faire la recherche ? Devrait-on mettre l'accent sur les programmes sur le terrain, sur la télédétection ou sur une combinaison des deux ? Sur quelles questions scientifiques voulons-nous nous pencher et quelles méthodologies devrions-nous utiliser ? Quels sont les besoins logistiques en fait de navires ou d'avions ? Pouvons-nous accroître nos ressources dans le cadre de partenariats internationaux ? Au cours des prochains mois, la Commission canadienne des affaires polaires, qui aura reçu des suggestions de tous les groupes qui travaillent à la recherche polaire, s'attachera à répondre à ces questions.

6 Outcomes of Breakout Sessions

6.1 Introduction to Session 1: Key Issues and Canadian Expertise

Wayne Pollard
McGill University, Canada

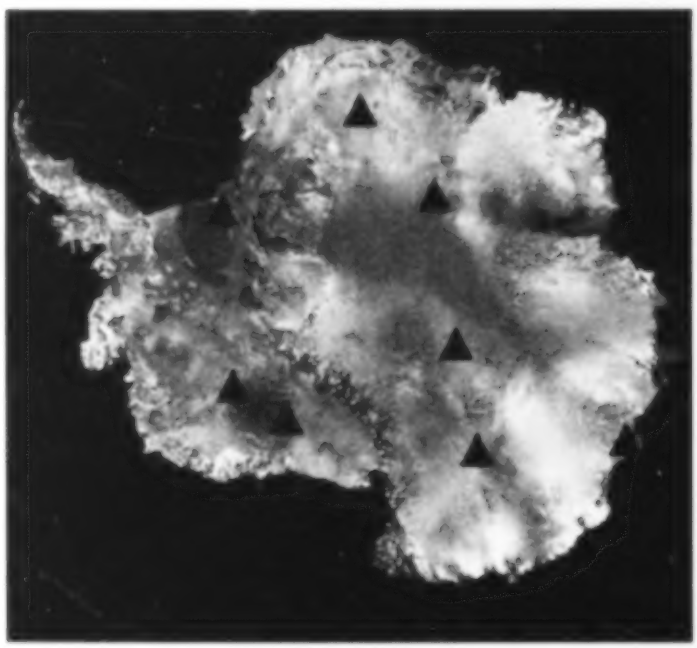
The overarching aim of Polar Connections is to begin the development of a structure for a Canadian Antarctic Research Program(CARP). The presentations we have just heard have provided a synopsis of existing science activities and programs from an international perspective. Now it is the task of the first breakout session to identify the scientific strategies and activities that could form the initial basis of a CARP submission. We have organised the breakout groups around a series of scientific themes loosely based on SCAR Standing Scientific Groups (physical sciences, geosciences, life sciences). Since several science managers, administrators and representatives of funding councils are involved in the workshop, a program management breakout group has been added to explore potential program structures and to deal with operational issues. Each breakout group will have a leader, familiar with both the scientific field and the logistical

6 Résultats des ateliers

6.1 Introduction à l'atelier 1 : Principaux enjeux et expertise canadienne

Wayne Pollard
Université McGill, Canada

Le principal objectif du colloque Polar Connections est le suivant : commencer à élaborer la structure d'un programme canadien de recherche antarctique (PCRA). Les présentations que nous avons entendues ont fourni un synopsis des activités et programmes scientifiques en cours selon une perspective internationale. Maintenant, les participants au premier atelier devront définir les stratégies et activités scientifiques susceptibles de former la base d'un mémoire à soumettre sur le PCRA. Nous avons prévu les ateliers de manière à ce que les participants examinent une série de thèmes scientifiques plus ou moins basés sur les travaux des groupes scientifiques permanents du Comité scientifique pour les recherches antarctiques (CSRA) (sciences physiques, géosciences et sciences de la vie). Comme plusieurs gestionnaires de l'activité scientifique, administrateurs et représentants des conseils subventionnaires participent au colloque, nous avons ajouté un atelier sur la gestion de programmes afin de considérer les éventuelles structures de programme et de débattre



Sites of recovered deep ice cores in Antarctica. The cores help to unlock information about past climates.

Sites d'extraction de carottes dans les glaces profondes de l'Antarctique. Les carottes aident à faire la lumière sur les climats des temps passés.

challenges of Antarctic research, who will guide the discussion based on the strategic goals of the workshop. Breakout groups should begin by identifying, from a Canadian perspective, the key scientific issues currently being studied in Antarctica, and then identify Canadian expertise and potential strategies for Canadian involvement. The breakout groups and leaders are as follows:

* Physical Sciences (including glaciology, oceanography and atmospheric science), Roy Koerner;
* Geosciences (including geology, solid earth geophysics, geodesy and GIS), Wayne Pollard;
* Life Sciences (biological sciences including human biology and medicine), Warwick Vincent;
* Management and infrastructure (includes program management and logistics), Bonni Hrycyk.

The reports of the four group leaders follow.

6.11 *Physical Sciences*

Roy Koerner
Geological Survey of Canada, Natural Resources Canada

In terms of research activities in Antarctica, there are several key topics in the physical sciences that stand out. The first is sea level change, which holds special interest for Canadians because of its impact on Canadian coastal communities. Change in the mass balance of the Antarctic ice sheet which contains about 90% of the ice in the cryosphere is a key factor determining sea level fluctuations. A second important topic involves furthering our understanding of the linkages between the ocean, the atmosphere, sea ice, and glaciers, both in terms of process studies and of global change. An example of this would be the study of ice shelves: the similarities between the collapse of the Ward Hunt Ice Shelf and the disintegration of the Larsen Ice Shelf, how freshwater fluxes from the shelves affect biota, or the impact of the shelves on circulation systems. Analyses of ice cores from the thick Antarctic ice sheet provide important records of past environmental changes that can assist us in predicting future changes, *e.g.*, such as those that may lead to greatly reduced sea ice cover and hence longer shipping season in the Canadian Arctic. Aspects of ice dynamics are also of interest. Further studies of the subglacial lakes discovered under the Antarctic ice sheet, the waters, sediments and life forms they contain will yield important information about ice sheet history, ice sheet behaviour and about life under

les questions opérationnelles. Chaque atelier aura un leader qui connait bien le champ scientifique et les défis logistiques de la recherche antarctique, qui animera la discussion en tenant compte des buts stratégiques du colloque. Les ateliers devraient d'abord cerner, selon une perspective canadienne, les principaux enjeux scientifiques actuellement à l'étude en Antarctique, et ensuite indiquer l'expertise canadienne ainsi que les éventuelles stratégies d'intervention canadienne. Les ateliers sont les suivants:

* Sciences physiques (y compris la glaciologie, l'océanographie et la science de l'atmosphère), Roy Koerner;
* Géosciences (y compris la géologie, la géophysique du globe solide, la géodésie et le SIG), Wayne Pollard;
* Sciences de la vie (sciences biologiques, y compris la biologie humaine et la médecine), Warwick Vincent;
* Gestion et infrastructure (inclut la gestion de programmes et la logistique), Bonni Hrycyk.

Les rapports des quatre leaders sont présentés dans les pages qui suivent.

6.11 *Sciences physiques*

Roy Koerner
Commission géologique du Canada, Ressources naturelles Canada

Dans le domaine des sciences physiques, la recherche en Antarctique porte sur plusieurs points principaux. Le premier est le changement dans le niveau de la mer qui présente un intérêt particulier pour les Canadiens du fait de ses répercussions sur les populations côtières du Canada. Le changement dans le bilan massique de l'inlandsis antarctique, qui renferme environ 90% de la glace de la cryosphère, joue un rôle déterminant dans les fluctuations du niveau de la mer. Le deuxième point important est l'amélioration de notre compréhension des liens entre les océans, l'atmosphère, la glace de mer et les glaciers, pour l'étude des processus et le changement planétaire. L'étude des plates-formes glaciaires est un exemple des efforts fournis à cet égard: les similarités entre la dislocation de la plate-forme Ward Hunt et la désintégration de la plate-forme Larsen, la façon dont les flux d'eau douce des plates-formes se répercutent sur la biote, ou l'effet des plates-formes sur les systèmes de circulation. Les analyses des carottes de glace prélevées dans le glacier continental antarctique fournissent d'importants indices des changements environnementaux des époques passées qui peuvent nous aider à prédire les futurs changements, comme ceux qui pourraient entrainer une forte réduction de la couverture de glace marine et donc allonger la saison de navigation dans l'Arctique canadien. Certains aspects de la dynamique des glaces présentent aussi un intérêt. Les études plus poussées des lacs sous-glaciaires découverts sous la couche de glace antarctique, des eaux, des sédiments et des formes de vie qu'ils renferment apporteront

extreme conditions. Finally, frozen ground and the movement of contaminants within it are exciting subjects of research, and many of these fields have linkages to biogeochemical cycling, to geosciences and to the life sciences. Antarctica provides examples of extreme (or pristine) environments and as such, it serves as an analogue for extraterrestrial bodies such as Mars or Europa. Its environment is also simpler, making it easier to understand than that of the Arctic.

Besides the research topics that are of interest to members of the physical science community, the breakout group recognized several issues that need to be considered by all groups involved in developing Canada's Antarctic program. One issue is that Canada has an obligation to join the international community as a significant player in Antarctic research. Another consideration is that costs in the North are rising and it is now almost cheaper to send people to the Antarctic than to the Arctic. Finally, do we need separate pools of money and separate logistics organizations for Arctic and Antarctic research, or can they be combined?

A second task was to examine what expertise Canada has in polar research. In the physical sciences, we identified our primary strengths as being in the fields of permafrost and periglacial processes, contaminant movement and cycling, satellite imaging and remote sensing (*e.g.*, RADARSAT and in a couple of years the more sophisticated RADARSAT II), biological oceanography, and modelling (especially of the cryosphere and sea ice) at both the global and regional scales. Based on experience from Ellesmere Island, Mount Logan and other locations, Canada has considerable expertise in ice coring and analysis of core samples. There are some gaps in this expertise, *e.g.*, in glaciology, we recognize that this country has enormous breadth but not as much depth. This has implications in that it can make it difficult to organize a glaciological expedition to Antarctica.

A third task for the breakout group was to identify strategies that could be used to develop and implement CARP. These fell into three different categories. The first involves capitalizing on the expertise of Canadian researchers, particularly in disciplines where we may have an advantage compared to other countries, such as polar oceanography or contaminants in frozen ground. We need to market our strengths to countries who may be interested in research partnerships. We also need to promote the training of students and polar scientists in our universities and increased international collaboration can also serve this purpose. A second set of strategies involves logistics. Because of the breadth of our research interests and the relatively

des renseignements importants sur l'histoire de la couche glaciaire, son comportement et la vie dans des conditions extrêmes. Enfin, la terre gelée et le mouvement des contaminants qu'elle renferme sont des sujets de recherche passionnants, et bon nombre de ces domaines d'étude sont rattachés aux cycles biogéochimiques, aux géosciences et aux sciences de la vie. L'Antarctique offre des exemples d'environnements extrêmes (ou vierges); c'est pourquoi elle sert d'analogue pour les corps extraterrestres comme Mars ou Europa. Le milieu antarctique est aussi plus simple, donc plus facile à comprendre que celui de l'Arctique.

Outre les sujets qui intéressent les spécialistes des sciences physiques, l'atelier a recensé plusieurs points sur lesquels devraient se pencher tous les groupes qui travaillent à l'élaboration du programme canadien de recherche antarctique. L'un d'eux est le fait que le Canada doit se joindre à la communauté internationale à titre de principal intervenant en recherche antarctique. Un autre point est l'augmentation des coûts dans le Nord qui fait qu'à l'heure actuelle l'envoi de personnel en Antarctique est presque moins cher que l'envoi de personnel dans l'Arctique. Enfin, avons-nous besoin de crédits et d'organismes de logistique distincts pour la recherche arctique et la recherche antarctique, ou ces ressources peuvent-elles être combinées?

La deuxième tâche consistait à examiner l'expertise du Canada en recherche polaire. Dans les sciences physiques, nous avons établi que nos principales forces portaient sur les processus du pergélisol et périglaciaires, le mouvement et les cycles des contaminants, l'imagerie satellite et la télédétection (p. ex., RADARSAT et d'ici quelques années le RADARSAT II plus perfectionné), l'océanographie biologique et la modélisation (surtout de la cryosphère et de la glace de mer) aux échelles planétaire et régionale. Compte tenu des expériences menées dans l'île d'Ellesmere, au mont Logan et ailleurs, le Canada possède une expertise considérable dans l'extraction de carottes de glace et l'analyse des échantillons. Cette expertise présente toutefois des lacunes, en glaciologie par exemple. Nous reconnaissons que ce pays se distingue par son énorme étendue, mais pas tellement par sa profondeur. C'est pourquoi il pourrait être difficile d'organiser une expédition glaciologique en Antarctique.

L'atelier avait un troisième but : formuler les stratégies qui pourraient servir à l'élaboration et à la mise en œuvre du PCRA. Celles-ci entraient dans trois différentes catégories. La première consiste à miser sur l'expertise des chercheurs canadiens, surtout dans les disciplines où nous pourrions avoir un avantage par rapport aux autres pays, notamment l'océanographie polaire ou les contaminants présents dans la terre gelée. Nous devons faire valoir nos points forts auprès des pays susceptibles de vouloir créer des partenariats de recherche. Nous devons aussi encourager la formation des étudiants et des scientifiques des affaires polaires dans nos

small size of our pool of researchers, it would be preferable to partner with countries who have existing bases, rather than acquire and maintain, and thus to some extent confine ourselves to a fixed base of our own. A Canadian icebreaker may be deployed to the Southern Ocean as a base for oceanographic research, and/or as a vehicle to support and move shore-based international research teams. The IPY was suggested as a suitable occasion for sending a Canadian icebreaker to Antarctica. The final strategic angle concerns possible funding models. Both the Canadian Space Agency (CSA) and RADARSAT International (RSI) might be interested in strengthening links with Canadian scientists in Antarctica. A Network of Centres of Excellence that focussed on Antarctica was seen as a way of leveraging funds as well. Beyond specific funding sources, the group recognized that the importance of Antarctic and polar science needs to be stressed to those who establish priorities and make funding decisions. This could take the form of stressing the mutual benefits of closer cooperation between Arctic and Antarctic scientists, and the value of this for Canada. This message needs to be addressed to multiple levels, including the public, government and universities.

universités; l'intensification de la collaboration internationale peut aussi servir à cette fin. Le deuxième ensemble de stratégies concerne la logistique. Vu l'étendue de nos intérêts en recherche et notre bassin de chercheurs relativement petit, il serait préférable de nous associer à des pays qui ont une base plutôt que d'acquérir et d'entretenir notre propre base (nous y serions alors confinés dans une certaine mesure). Un brise-glace canadien sera peut-être envoyé dans l'océan Austral. Celui-ci serait une base pour la recherche océanographique et/ou un véhicule pour le déplacement des équipes internationales de chercheurs et les services auxiliaires. Certains ont indiqué que l'API serait l'occasion d'envoyer un brise-glace canadien en Antarctique. L'angle stratégique final concerne les éventuels modèles de financement. L'Agence spatiale canadienne (ASC) et RADARSAT International (RSI) pourraient vouloir renforcer leurs liens avec les scientifiques canadiens en Antarctique. Un réseau de centres d'excellence qui s'intéresserait particulièrement à l'Antarctique a aussi été considéré comme un moyen d'obtenir des fonds. En plus de rechercher certaines sources de financement, le groupe a reconnu la nécessité de faire connaître l'importance de la science antarctique et polaire à ceux qui fixent les priorités et prennent les décisions en matière de financement. Ainsi, on peut souligner les avantages mutuels d'une collaboration plus étroite entre les scientifiques de l'Arctique et ceux de l'Antarctique et insister sur la valeur qu'elle représente pour le Canada. Le message doit être transmis à de nombreux niveaux, notamment le public, les gouvernements et les universités.

6.1.2 *Geosciences*

Wayne Pollard
McGill University, Canada

Key issues:

A number of the SCAR sub groups were used as starting points to identify key issues in terms of Antarctic geoscience research. These include the Antarctic Neotectonics group (ANTEC), an international body concerned with crustal deformation, isostatic motion and active volcanism. The Subglacial Antarctic Lake Exploration (SALE) group studies the physical, geological and biological contexts of the lakes and well as what information the lakes can provide about paleoclimates. The Age, Growth and Evolution of Antarctica (AGEANT) Action Group focuses on the underlying pre-Cambrian geology of the continent and uses isotopic and geochronological data to get information about crustal growth and deformation. The Antarctic Climate Evolution (ACE) planning group examines climate and glacial history through ice sheet modelling and the study of sediment core records, surficial geology and geophysics. The Permafrost Action Group (PAG) seeks

6.1.2 *Géosciences*

Wayne Pollard
Université McGill, Canada

Principaux enjeux:

Un certain nombre de sous-groupes du CSRA ont été les points de départ pour déterminer les principaux enjeux en fait de recherche en géoscience antarctique. Ceux-ci incluent le groupe de la néotectonique antarctique (ANTEC), un organisme international qui s'intéresse à la déformation de la croûte terrestre, au mouvement isostatique et au volcanisme. Le groupe Exploration des lacs sous-glaciaires de l'Antarctique (SALE) étudie les caractéristiques physiques, géologiques et biologiques des lacs ainsi que l'information que peuvent fournir les lacs sur les paléoclimats. Le groupe d'action âge, croissance et évolution de l'Antarctique (AGEANT) s'intéresse à la géologie pré-cambrienne du continent; il utilise des données isotopiques et géochronologiques pour obtenir des renseignements sur la croissance et la déformation de la croûte terrestre. Le groupe de planification Évolution du climat antarctique (ACE) examine l'histoire des climats et des phénomènes glaciaires au moyen de la modélisation des nappes glaciaires et de l'étude des indices fournis par les

to identify permafrost issues pertaining to Antarctic science, with special emphasis on the age and depth of permafrost. The Cybercartographic Atlas, a Canadian-led project, presents and distributes Antarctic geospatial information and is an invaluable tool for monitoring spatial and temporal changes on the continent. Additional investigations include FASTDRILL, a project designed to quickly penetrate Antarctic ice sheets in order to study the subglacial geology and other basal conditions. Other fields of interest to the Antarctic geoscience community include basic background geophysical work and studies of active margins geology.

The breakout group identified a number of research areas where Canadians hold significant expertise, *e.g.*, in surficial processes and landscape dynamics in cold, arid environments. This encompasses permafrost and periglacial studies, as well as surficial geomorphology and hydrology. A number of Canadians are actively involved in such investigations in both the Arctic and the Antarctic. Canadian researchers are also well represented in the field of paleoclimatology and climate change. Although our most recent generation of scientists in this field has focussed their studies more on the limnetic rather than the marine environment, we also have expertise to conduct seabed investigations. The Canadian geologic community is well-versed in crustal tectonics and pre-Cambrian geology and can capitalize on SCAR-sponsored investigations into basement geology and subglacial research. Our expertise in technological developments such as drilling equipment would also fit in well with these types of projects. Finally, Canadians have considerable experience and facility in geographic information systems and remote sensing, although not all the experts are necessarily involved with RADARSAT or the application of RADARSAT to Arctic or Antarctic projects.

The geoscience group came to the same conclusion as the physical sciences group regarding Canadian research experience: we have a lot of expertise in a number of areas, but to mount an effective Antarctic research program, we clearly have to look at where the expertise can be clustered to meet Canadian science and policy objectives. In formulating a program, we should take a bi-polar perspective, and focus on common and complimentary science. The most strategic approach appears to be a strong multi-disciplinary one. It is necessary to concentrate Canada's expertise into a balanced research program that will be the basis for an application to the federal government to establish and support a Canadian Antarctic research program. The group devised an umbrella research

carottes de sédiments, de la géologie des dépôts meubles et de la géophysique. Le groupe d'action Pergélisol (PAG) tente de définir les problèmes de pergélisol en rapport avec la science antarctique; il s'intéresse particulièrement à l'âge et à la profondeur du pergélisol. L'Atlas cybercartographique, un projet dirigé par des Canadiens, présente et diffuse l'information géospatiale sur l'Antarctique. C'est un précieux outil de surveillance des changements spatiaux et temporels qui se produisent sur le continent. Les autres études incluent FASTDRILL, un projet conçu pour faciliter la pénétration rapide des nappes glaciaires antarctiques aux fins d'examen de la géologie sous-glaciaire et des autres situations de base. Les autres domaines auxquels s'intéresse le milieu de la géoscience antarctique incluent le travail géophysique de fond et les études sur la géologie des marges actives.

L'atelier a recensé un certain nombre de domaines de recherche où les Canadiens possèdent une expertise considérable, p. ex. les processus superficiels et la dynamique des paysages en milieu froid et aride. Cela comprend les études sur le pergélisol et périglaciales, ainsi que la géomorphologie des dépôts meubles et l'hydrologie. Un certain nombre de Canadiens travaillent à de telles études dans l'Arctique et l'Antarctique. Les chercheurs canadiens sont bien représentés également dans le domaine de la paléoclimatologie et du changement de climat. Notre plus récente génération de scientifiques qui œuvrent dans ce domaine a surtout étudié l'environnement limnétique au lieu de se concentrer sur le milieu marin, mais nous possédons aussi l'expertise nécessaire pour les études sur le plancher océanique. Les spécialistes canadiens en géologie ont des compétences en tectonique de la croûte terrestre et en géologie pré-cambrienne, et ils peuvent tirer profit des enquêtes sur la géologie du socle et de la recherche sur les caractéristiques sous-glaciaires parrainées par le CSRA. Notre expertise en rapport avec les réalisations technologiques, notamment en ce qui concerne le matériel de forage, s'intègre bien à ces types of projets. Enfin, les Canadiens ont une expérience et des moyens considérables en rapport avec les systèmes d'information géographique et la télédétection, même si tous les experts ne travaillent pas nécessairement au RADARSAT ou à son application aux projets arctiques ou antarctiques.

Le groupe des géosciences en est venu à la même conclusion que le groupe des sciences physiques en ce qui a trait à l'expérience canadienne en recherche: nous possédons une grande expertise dans un certain nombre de domaines, mais pour mettre sur pied un programme de recherche antarctique efficace nous devons réellement nous demander dans quels projets nous devrions mettre nos talents en pratique pour que les objectifs canadiens en science et politique soient atteints. Pour formuler un programme, nous devrions adopter une perspective bipolaire et nous concentrer sur la science commune et complémentaire. L'approche la plus stratégique serait,

proposal, the focus of which would be "Landscape Evolution of Polar Regions". Funding for the proposal could be in the form of a network grant. The project would be based on Canadian expertise in paleoclimate and neotectonics, as well as permafrost and geomorphic processes in cold climates, so it would truly be looking at changes in the landscape over time. It would not be simply focussed on the Antarctic, but would be a bi-polar comparison in terms of landscape processes, and could be linked to studies of biology and glacial geology (*i.e.*, reconstruction of glacial limits). A landscape gradient component could be included in the project as well. Our experts in geographic information would provide the background support for the entire Canadian scientific program in Antarctica.

In terms of logistics, several strategies emerged. A ship-based operation was deemed to be important since the concept of a permanent base is not in the best interests of Canada at this time. In addition to being used for marine ecological and sedimentary investigations, a research vessel could serve as a platform for a helicopter working along coastal gradients. It could also be used as currency, in that berth space could be traded for spaces at terrestrial bases, so even researchers who might not be part of the focussed project could benefit from the presence of the ship. The Ross Sea area would be the priority area for Canadians and would allow us to concentrate our impact. This area is a logical geographic focus because we already have interests in that area, *e.g.*, in Terra Nova Bay area and the Dry Valleys. Additionally, there would be a strong interest on the part of other countries in having an icebreaker in that area. An expansion of PCSP's Arctic-Antarctic Exchange program was seen not only as a possible funding strategy, but as a vehicle to further strengthen Canada's bi-polar interests.

semble-t-il, une solide approche multidisciplinaire. Il faut concentrer le savoir-faire du Canada dans un programme de recherche équilibré qui constituera la base d'une requête demandant au gouvernement fédéral de mettre sur pied et d'appuyer un programme canadien de recherche antarctique. Le groupe a conçu une proposition générale sous le thème « Évolution des paysages des régions polaires ». Le financement pour la proposition pourrait prendre la forme d'une subvention de réseau. Le projet se baserait sur l'expertise canadienne en paléoclimats et néotectonique et en rapport avec les processus du pergélisol et géomorphologiques dans les climats froids. Ainsi, il s'intéresserait réellement aux changements dans le paysage au fil du temps. Il ne se limite pas à l'Antarctique; il établirait une comparaison entre les deux pôles pour ce qui est des processus des paysages et pourrait se rattacher aux études de la biologie et de la géologie glaciaire (p. ex., la reconstruction des limites glaciaires). Le projet pourrait inclure un élément sur les gradients des paysages. Nos experts en information géographique fourniraient un soutien pour l'ensemble du programme scientifique canadien en Antarctique.

Sur le plan de la logistique, plusieurs stratégies ont été mentionnées. Une opération à bord d'un navire a été jugée importante puisque pour l'instant le concept d'une base permanente pour le Canada n'est pas souhaitable. Un navire de recherche utilisé pour les études écologiques et l'étude des sédiments pourrait aussi servir de plate-forme pour un hélicoptère consacré à l'étude des gradients sur le littoral. Il pourrait aussi servir à des échanges. Les places à bord pourraient être échangées contre des places sur les bases terrestres. Ainsi les chercheurs qui ne travaillent pas au projet en question pourraient bénéficier de la présence du navire. La région de la mer de Ross serait une zone prioritaire pour les Canadiens; elle nous permettrait de concentrer nos opérations. Elle constitue un centre géographique logique car nous avons déjà des intérêts dans cette zone, notamment dans le secteur de Terra Nova Bay et dans les vallées sèches. De plus, d'autres pays aimeraient beaucoup qu'il y ait un brise-glace dans ce secteur. Les participants ont considéré l'extension du Programme d'échanges Arctique-Antarctique de l'EPCP non seulement comme une éventuelle stratégie pour le financement, mais aussi comme un moyen de renforcer les intérêts bipolaires du Canada.

6.13 *Life Sciences*

Warwick Vincent
Université Laval, Canada

Several life science themes were considered important in the Antarctic research context and where Canadian expertise could be applied. The first was human health and psychology, which includes studies of isolation, epidemiology and other "base" effects, exercise and

6.13 *Sciences de la vie*

Warwick Vincent
Université Laval, Canada

Plusieurs thèmes relevant des sciences de la vie ont été considérés comme importants dans le contexte de la recherche antarctique. Le premier était la santé humaine et la psychologie. Il inclut les études sur l'isolement, l'épidémiologie et les autres effets des « bases », l'exercice et la santé physique, les

In some of the more extreme environments in Antarctica, cold- and freeze-tolerant micro-organisms are the only life-forms that can survive and grow.

Dans certains des environnements extrêmes de l'Antarctique, les micro-organismes qui tolèrent le froid et le gel sont les seules formes de vie qui peuvent se maintenir et croître.

physical health, multicultural interactions, and decision-making with regard to medical evacuations. The second theme focussed on contaminants, especially in permafrost and low temperature waters. Focus would be on atmospheric and marine transport of contaminants, and on bioremediation of contaminated sites. These studies can capitalize on the extensive knowledge of Canadian researchers with regards to CFC's, stratospheric ozone and UV radiation. Another area of interest is contamination by alien organisms – whether they are transferred to or from the Antarctic environment – the protocols designed to prevent such contamination, and on remediation efforts. Studies of microbial ecosystems should also form part of CARP; investigations could involve bi-polar comparisons (in glaciers, permafrost, sea-ice), and the application of new technologies such as gene technology, *e.g.*, "the DNA chip". Evolutionary ecology was recognized as being another key issue in Antarctic science, given the major differences between Arctic and Antarctic biota in terms

interactions multiculturelles et la prise de décisions sur l'évacuation pour des raisons médicales. Le deuxième thème concernait les contaminants, notamment ceux qu'on trouve dans le pergélisol et les eaux à basse température. On s'intéresserait surtout au transport des contaminants dans l'atmosphère et le milieu marin ainsi qu'à la biorestauration des sites contaminés. Ces études peuvent tirer profit des vastes connaissances des chercheurs canadiens en rapport avec les CFC, l'ozone stratosphérique et le rayonnement UV. Un autre domaine d'intérêt est la contamination par des organismes étrangers – transférés ou qui proviennent de l'environnement antarctique. Il comprend l'établissement des protocoles qui visent à prévenir cette contamination et la recherche de mesures correctives. Les études des systèmes microbiens devraient aussi faire partie du PCRA. Elles pourraient comprendre les comparaisons bipolaires (des glaciers, du pergélisol, de la glace marine) et l'application de nouvelles technologies comme la technologie des gènes, c.-à-d. les « des puces à ADN ». L'écologie évolutive a été reconnue comme un autre élément clé de la science antarctique, compte tenu des

of age of isolation (1–2 million years in the Arctic *vs.* 15–20 million years in the Antarctic). Differences in the degree of predation between the two regions could also form the basis of ecological investigations. Canadian experience in sea ice studies and polar oceanography is extensive, involving several large programs such as the International Polynya Program and the Canadian Arctic Shelf Exchange Study. This Arctic experience provides good opportunities for comparison with the Southern Ocean and can assist in answering some of the fundamental questions that still need to be addressed, such as the limits to primary production in polar oceans. Finally, knowledge of terrestrial and limnetic systems gleaned from Canadian investigations can be applied to Antarctic studies such as Regional Sensitivity to Climate Change in Antarctic Terrestrial and Limnetic Ecosystems.

In developing its Antarctic research program, two of Canada's primary strategies should be to foster more bi-polar opportunities, and to be more proactive in multinational initiatives. In many ways, these two goals can be achieved in concert with one another. One way would be to increase the level of resources for Arctic-Antarctic Exchange program of Polar Continental Shelf Project (PCSP) and the number of exchanges. Many treaty nations are showing interest in bi-polar studies and we could cluster some of their activities at a Canadian Arctic research base, or alternatively, increase the availability of ship time in the Arctic to Antarctic researchers. The group also discussed the scale of most Antarctic research projects. Talk is often of large networks or mega-projects, but it was felt that an important strategy of a CARP should be to also accommodate and support small scale projects such as studies on underwater acoustics or animal sound communication, for example. Innovative ideas and methods are often tested in small scale projects.

différences majeures entre la biote de l'Arctique et celle de l'Antarctique en ce qui a trait au temps d'isolement (1–2 millions d'années dans l'Arctique c. 15–20 millions d'années dans l'Antarctique). Les différences dans le degré de prédation entre deux régions pourraient aussi former la base des études écologiques. L'expérience canadienne dans les études sur la glace de mer et l'océanographie polaire est vaste; elle est appliquée dans le cadre de plusieurs grands programmes, notamment le programme international de polynies et l'Étude du plateau continental arctique canadien. Cette expérience de l'Arctique donne de bonnes occasions de faire des comparaisons avec l'océan Austral et peut aider à répondre à certaines questions fondamentales qui n'ont pas encore été tranchées, comme les limites de la production primaire dans les océans polaires. Enfin, la connaissance des systèmes terrestres et limnétiques obtenue grâce aux études canadiennes peut être appliquée aux études antarctiques comme le Sensibilité régionale au changement de climat dans les écosystèmes terrestres et limnétiques antarctiques.

Pour l'élaboration de son programme de recherche antarctique, le Canada devrait recourir aux deux stratégies suivantes qui s'inscriraient dans ses stratégies primordiales : accroître les possibilités d'intervention bipolaire et jouer un rôle plus proactif dans les initiatives multinationales. Sur de nombreux points, ces deux objectifs peuvent être atteints ensemble. Une façon de les atteindre serait l'augmentation du niveau de ressources pour le Programme d'échanges Arctique-Antarctique de l'Étude du plateau continental polaire (EPCP) et du nombre d'échanges. Bon nombre de pays signataires de traités s'intéressent aux études bipolaires. Nous pourrions regrouper certaines de leurs activités à une base de recherche arctique canadienne, ou augmenter le temps-navire offert dans l'Arctique aux chercheurs qui étudient l'Antarctique. Le groupe a aussi parlé de la taille de la plupart des projets de recherche antarctique. Il a souvent été question de grands réseaux ou de méga-projets, mais les participants estimaient qu'une importante stratégie du PCRA devrait faciliter les petits projets comme les études sur l'acoustique sous-marine ou la communication de sons entre les animaux. Les idées et méthodes innovatrices sont souvent testées dans le cadre de petits projets.

6.1.4 *Management and Infrastructure*

Bonni Hrycyk
Polar Continental Shelf Project, Natural Resources Canada

The breakout group identified a number of key issues that will need to be considered when putting together a CARP. The first involves some of the most basic aspects of logistics: What are the scientific needs and demands, how many principal investigators would be supported, how long would they be in the field, etc.?

6.1.4 *Gestion et infrastructure*

Bonni Hrycyk
Étude du plateau continental polaire, Ressources naturelles Canada

L'atelier a signalé un certain nombre d'enjeux cruciaux dont il faudra tenir compte lorsqu'on mettra sur pied le PCRA. Le premier concerne certains aspects les plus fondamentaux de la logistique : Quels sont les besoins et les exigences scientifiques, combien de principaux chercheurs pourraient être aidés et combien de temps ceux-ci passeraient-ils sur le

Access to facilities in Antarctica must also be addressed and there has already been some discussion among the other groups as to whether or not Canada should have a long-term station or not. The question of whether to share resources with other countries or to organize an exclusive expedition must be decided upon. A second major issue involves funding and the type of funding model that should be used for the program (*i.e.*, a centralized vs. a dispersed model). The cost per scientist in Antarctica needs to be determined. It's important to remember that Canada has a split personality with regard to having both Arctic and Antarctic interests, and there may well be some resistance in the Canadian Arctic scientific community since work in the Antarctic is seen as taking resources from Arctic work. A third issue that arose is that of a governmental focal point for a CARP and how this will relate to the government's Antarctic Treaty obligations, *e.g.*, for environmental assessment. The Canadian government structure is complex with diffuse responsibility; so it is not currently evident which branch would be responsible for what aspect of a program and how each would collaborate with international partners. The CPC should lead a broad strategy, but other departments such as Foreign Affairs, Environment Canada, Fisheries and Oceans, and the Coast Guard will have roles to play as well. How Canada will engage with the Antarctic Treaty regime and SCAR must also be clarified. In developing a CARP, we also need to articulate what its relationship should be with other partners such as the private sector, *e.g.*, the tourism industry.

In putting together a Canadian Antarctic Research Program, it is important to gain credibility for Antarctic involvement with the Canadian public, decision makers and funding agencies. We already have several assets that can serve as a strong foundation for that credibility. The fact that Canadians are generally quite aware of environmental issues and climate change can be used to build support for both Arctic and Antarctic programs. We currently have several polar institutions in place (*e.g.*, the CPC, the Canadian Circumpolar Institute at the University of Alberta). A number of international collaborations have already been forged between scientists. Given its status as part of the international francophone community, Canada should seek to further its ties with Antarctic players such as France and Belgium. Finally, as a polar nation, we have not only built up an expertise in terms of science, but also the Canadian Coast Guard has icebreakers and the private sector has commercial and technical expertise in operating in polar environments (*i.e.*, aircraft, snow machines, shelters).

terrain, etc.)? Il faut aussi considérer l'accès aux installations en Antarctique. Les autres groupes ont déjà engagé un débat sur la question de savoir si le Canada devrait avoir une station à long terme. Il faut décider s'il y aurait lieu de partager les ressources avec d'autres pays ou d'organiser une expédition exclusive. Une deuxième question majeure concerne le financement et le type de modèle de financement à utiliser pour le programme (c.-à-d. un financement centralisé ou un modèle dispersé). Il faut déterminer le coût pour chaque scientifique en Antarctique. Il importe de se rappeler que le Canada a une double personnalité pour ce qui est de ses intérêts dans l'Arctique et dans l'Antarctique, et la communauté scientifique arctique du Canada pourrait manifester son opposition car certains pensent qu'on consacre aux travaux dans l'Antarctique des ressources qui devraient être réservées aux travaux dans l'Arctique. Un troisième point qui a été soulevé est l'intérêt du gouvernement pour le PCRA et la question de savoir comment cette question se rattachera aux obligations du gouvernement en rapport avec le Traité sur l'Antarctique, entre autres sur l'évaluation environnementale. La structure du gouvernement canadien est complexe, et les responsabilités sont éparpillées. On ne sait donc pas quelle direction serait chargée des divers aspects d'un programme et comment chacune collaborerait avec les partenaires internationaux. La CCAP devrait mener une vaste stratégie, mais les autres ministères comme Affaires étrangères, Environnement Canada, Pêches et Océans et la Garde côtière auraient aussi un rôle à jouer. Il faut aussi savoir comment le Canada agira en rapport avec le régime du Traité sur l'Antarctique et le CSRA. Pour l'élaboration du PCRA, nous devons aussi déterminer son rapport avec les autres partenaires comme le secteur privé (p. ex., l'industrie touristique).

Lorsqu'on met sur pied un progamme antarctique canadien, il importe d'acquérir une crédibilité pour la participation aux affaires antarctiques auprès du public canadien, des décideurs et des organismes de financement. Nous possédons déjà plusieurs atouts qui peuvent constituer une solide base pour cette crédibilité. Le fait que les Canadiens sont habituellement au courant des questions environnementales et du changement de climat peut servir à obtenir des appuis pour les programmes arctiques et antarctiques. Actuellement, nous avons plusieurs institutions polaires (la CCAP, l'Institut circumpolaire canadien à l'Université de l'Alberta). On note déjà des cas de collaboration internationale entre scientifiques. Vu son statut au sein de la communauté francophone internationale, le Canada devrait tenter de renforcer ses liens avec les intervenants qui s'intéressent à l'Antarctique, comme la France et la Belgique. Enfin, en tant que nation polaire, nous avons acquis une expertise en science. En plus, la Garde côtière canadienne possède des brise-glaces et le secteur privé jouit d'un savoir-faire commercial et technique pour les opérations en milieu polaire (avions, autoneiges, abris, etc.).

Some strategies to be used in developing a CARP include using the momentum provided by the signing of the Madrid Protocol to increase awareness of polar issues among the public and politicians. We should raise awareness of Canada as a polar nation, by marketing it as such to the general public, and through more effective outreach programs in schools. Polar researchers involved in both Arctic and Antarctic work could hold workshops to try to interest other scientists in expanding their geographic foci so that we can develop more expertise in both polar regions; giving talks to non-polar scientists in the same field might also entice them to participate in polar work. The IPY is a good opportunity to leverage funding and to increase Canada's visibility and credibility in Antarctica, drawing on our Arctic experience to organize a major IPY expedition. There is already a northern dimension to Canada's foreign policy which should be expanded into a polar dimension; one step towards achieving this aim could be converting the position of Circumpolar Ambassador to Polar Ambassador. Finally, CCAR needs additional funding to enhance its effectiveness and sustainability. A lobby position could be developed within CCAR to market CARP.

Les strategies à utiliser pour l'élaboration du PCRA comprennent le recours à l'impulsion donnée par la signature du Protocole de Madrid pour sensibiliser davantage le public et les politiciens aux questions polaires. Nous devrions faire savoir davantage que le Canada est une nation polaire, en le présentant comme tel au grand public et en appliquant des programmes de vulgarisation plus efficaces dans les écoles. Les chercheurs qui s'intéressent aux milieux polaires et qui travaillent dans l'Arctique et en Antarctique pourraient tenir des colloques pour inciter d'autres scientifiques à étendre leur champ géographique afin que nous puissions accroître notre savoir-faire dans les deux régions polaires. Des causeries à l'intention des scientifiques du même domaine qui ne s'occupent pas des affaires polaires pourraient inciter ces derniers à participer aux travaux polaires. L'API est une bonne occasion d'obtenir des fonds et d'accroître la visibilité et la crédibilité du Canada en Antarctique, en misant sur notre expérience arctique pour organiser une grande expédition. La politique étrangère du Canada a déjà un volet nordique qui devrait être étendu de manière à créer une dimension polaire. Un moyen d'atteindre ce but pourrait être la conversion du poste d'ambassadeur aux Affaires circumpolaires. Le nouveau titre du poste serait ambassadeur aux Affaires polaires. Enfin, le CCRA a besoin de fonds supplémentaires pour devenir plus efficace et plus durable. Un poste de lobbyisme pourrait être créé au sein du CCRA pour commercialiser le PCRA.

6.2 Introduction to Session 2: Cross-disciplinary Research Themes

Wayne Pollard and Warwick Vincent

The first breakout session identified some of the more important Antarctic science questions and where Canadian research strengths lie. Two overarching themes that have surfaced are those of bi-polar science and environmental change. Beyond that, however, the kernels of several cross-disciplinary research themes have emerged which we can now use as a guide for the next breakout session. The goal in this coming session is to work toward a series of research initiatives based on those themes which can give us direction in the development of CARP. This will be an iterative process to a certain extent, as the recommendations developed here will be integrated with input from other members of the Canadian polar research community who were unable to attend this workshop. The breakout groups will need to consider the development of research teams and the tentative identification of research objectives. Other key issues to think about include the study area; for instance, should the work be based at a

6.2 Introduction à l'atelier 2: Thèmes de la recherche interdisciplinaire

Wayne Pollard et Warwick Vincent

Le premier atelier a soulevé certaines des plus importantes questions en rapport avec la science antarctique et les secteurs où le Canada se distingue par sa recherche. Deux thèmes majeurs sont la science bipolaire et le changement environnemental. En outre, on a fait ressortir les éléments cruciaux de plusieurs thèmes de la recherche interdisciplinaire qui peuvent maintenant servir de guide pour le prochain atelier. Le but de cette séance : essayer de trouver une série d'initiatives de recherche basées sur ces thèmes qui pourraient nous orienter dans l'élaboration du PCRA. Le processus sera itératif dans une certaine mesure puisque les recommandations seront intégrées à l'apport des autres membres de la collectivité canadienne de chercheurs s'intéressant aux affaires polaires et qui n'ont pu assister à ce colloque. Les groupes des ateliers devront considérer la formation d'équipes de recherche et la détermination des objectifs de la recherche. Les autres principaux enjeux auxquels il faudrait penser incluent le lieu des études, par exemple, à savoir si le travail devrait être fait à un certain endroit ou si l'endroit devrait être choisi

particular location, or should the location be chosen on the basis of a certain set of conditions (*i.e.*, a polar desert or an ice cap)? What approaches need to be taken, either in terms of methodology or science questions and techniques? Is the work field or remote-sensing driven, for example? The logistic requirements also need to be examined: is a ship and/or an aircraft needed? We need to explore how we might extend our resources for Antarctic research through international partnerships and what types of logistical "currency" Canada can bring to the table. Final considerations should be the concerns and sensitivities that we need to be aware of (*i.e.*, the fact that some Canadian Arctic scientists may not be interested in expanding their activities to Antarctica).

These questions will be considered by each breakout group and the results reported by the group leader. The four cross-disciplinary research themes that were identified in the first breakout session are as follows:

1) Landscape Ecology of the Polar Desert Environment, Bill Nickling, leader.
2) Ice Observations and Environmental Change, Martin Sharp and Laurence Gray, co-leaders.
3) Contaminants, Biota and Polar Microbial Ecosystems, Julia Foght and Émilien Pelletier, co-leaders.
4) Framework for Partnerships, Olav Loken, leader.

The reports of the group leaders follow.

6.2.1 *Landscape Ecology of the Polar Desert Environment*

Bill Nickling
University of Guelph, Canada

At the outset, it was recognized that landscapes are comprised of both abiotic and biotic components. This research would consist of a study of landscape evolution in cold, dry environments by examining both geomorphic and biological responses. Three research approaches were identified: the central theme would focus on permafrost and would consider such questions as the age and origin of ground ice, and the role of ground ice as a habitat for life. The second approach would consider the concept of thresholds, both biological and geomorphological. And finally, the research would examine different environments by looking at a number of different gradients (*i.e.*, precipitation, temperature, elevation) at multiple temporal and spatial scales. Many of the research questions could be answered by conducting a comparative bi-polar study and examining different responses to similar abiotic conditions. Study sites would be around Axel Heiberg

d'après un ensemble de conditions (p. ex. un désert polaire ou une calotte glaciaire)? Quelles approches devraient être adoptées, en termes de méthodologie ou de questions et de techniques scientifiques? Le travail est-il fait sur le terrain ou au moyen des technologies de télédétection? Il faut aussi tenir compte des besoins logistiques. Est-ce qu'un avion et/ou un navire sera nécessaire? Nous devons nous demander comment nous pourrions accroître nos ressources pour la recherche antarctique au moyen de partenariats internationaux et quels types de moyens d'échange logistique le Canada pourrait utiliser. En fin de compte, nous devrions nous soucier des préoccupations et sensibilités que nous devrions connaître (c.-à-d. le fait que certains scientifiques de l'Arctique canadiens ne voudraient peut-être pas étendre leur activité à l'Antarctique).

Ces questions seront examinées par chaque atelier, et les résultats seront communiqués par le leader. Les quatre thèmes de la recherche interdisciplinaire qui ont été signalés au premier atelier sont:

1) L'écologie des paysages de l'environnement du désert polaire, Bill Nickling, leader.
2) Observations de la glace et changement environnemental, Martin Sharp et Laurence Gray, co-leaders.
3) Contaminants, biote et écosystèmes microbiens polaires, Julia Foght et Émilien Pelletier, co-leaders.
4) Structure des partenariats, Olav Loken, leader.

Les rapports des leaders sont présentés dans les pages qui suivent.

6.2.1 *L'écologie des paysages de l'environnement du désert polaire*

Bill Nickling
Université de Guelph, Canada

Au départ, on a établi que les paysages comprennent des éléments abiotiques et biotiques. Cette recherche serait une étude de l'évolution des paysages dans les environnements froids et secs qui tient compte des réactions géomorphologiques et biologiques. Trois approches ont été mentionnées: le thème central tournerait autour du pergélisol et concernerait des questions comme l'âge et l'origine de la glace terrestre ainsi que son rôle en tant qu'habitat. La deuxième approche serait l'étude du concept des seuils, biologiques et géomorphologiques. Et enfin, la recherche s'intéresserait à différents environnements; on examinerait un certain nombre de gradients (p. ex., les précipitations, la température et l'élévation) à des échelles temporelles et spatiales multiples. On pourrait répondre à bon nombre de questions en faisant une étude comparative bipolaire et en examinant différentes réactions à des conditions abiotiques semblables. Les sites d'étude seraient aux environs de l'île Axel Heiberg (approx. 80°N) et

Island (approx. 80°N), and in the McMurdo/Dry Valleys (approx. 80°S). Canadian researchers have already worked in both areas.

Other considerations beyond the actual research questions were also discussed. For instance, if different environments are going to be examined along gradients, a number of different field sites would be required. Logistically, such work would be more easily supported by helicopters from a ship than by a fixed base. Mobile camps could be established at the various sites using structures such as weather havens. To fund research projects of this scale, a central agency is needed; Canada should perhaps follow the Dutch and New Zealand model by dividing its Antarctic program into a science component and a logistics component. Researchers could submit a combined application, which would first go through a science committee, then a logistics committee. Science funding could still come from NSERC Discovery grants, with a logistic fund that could perhaps be handled by CCAR.

6.2.2 *Ice Observations and Environmental Change*

Martin Sharp
University of Alberta, Canada

Laurence Gray
Canadian Centre for Remote Sensing

This breakout group combined two sets of people: glaciologists, and those with an interest in sea ice biology. A common interest was a desire to work in the Antarctic Peninsula region where there have already been rapid climate changes that are projected to continue. The Peninsula is also of interest because of the contrast between the east and west sides in terms of changing climate. These climate changes have generated a number of responses which raise a series of research questions in terms of ice shelf and glacier behaviour. Beyond an examination of the ice shelf breakup itself, a topic of interest is the effects of ice shelf removal on the dynamics of outlet glaciers, in both the long term response (change in mean annual flow) and the short term response (tidal forcing and perhaps meltwater input forcing). The research would also encompass the recovery of an ice core from James Ross Island to provide a longer term paleoclimatological context. Other areas of study include the recolonization of areas where ice shelves have disappeared and how the changing sea ice conditions impact biological productivity. Most examinations of marine productivity have been done in the McMurdo region where the sea ice is multi-year. This is not the norm, as

dans les vallées sèches de McMurdo (approx. 80°S). Des chercheurs canadiens ont déjà travaillé dans les deux régions.

On a aussi parlé d'autres choses à part la recherche comme telle. Exemple: si on compte examiner différents environnements le long des gradients, il faut prévoir un certain nombre de sites. Du point de vue logistique, il serait plus facile d'assurer le soutien au moyen d'hélicoptères embarqués sur un navire, et non pas stationnés sur une base fixe. Des camps mobiles pourraient être établis aux divers sites où on utiliserait des structures comme les abris Weather Haven. Pour financer des projets de recherche d'une telle ampleur, il faut un organisme central. Le Canada devrait peut-être suivre le modèle hollandais ou néozélandais en divisant son programme antarctique en deux éléments : la science et la logistique. Les chercheurs pourraient soumettre une demande collective qui serait d'abord examinée par un comité de la science et ensuite par un comité de la logistique. Le financement de la science pourrait encore être assuré par les subventions à la découverte du CRSNG, et le CCRA pourrait se charger du financement de la logistique.

6.2.2 *Observations de la glace et changement environnemental*

Martin Sharp
Université de l'Alberta, Canada

Laurence Gray
Centre canadien de télédétection, Canada

Cet atelier regroupait deux catégories de personnes: les glaciologues et les scientifiques qui s'intéressent à la biologie de la glace marine. L'élément commun était le désir de travailler dans la région de la péninsule antarctique où il y a déjà eu des changements rapides de climat qui devraient se poursuivre. La péninsule présente aussi un intérêt du fait du contraste entre la partie est et la partie ouest pour ce qui est du changement de climat. Ces changements ont entraîné un certain nombre de réactions qui suscitent une série de questions en rapport avec le comportement des plates-formes glaciaires et des glaciers. Outre la rupture de la plate-forme comme telle, on s'intéresse aux effets de sa suppression sur la dynamique des glaciers de décharge, c'est-à-dire la réaction à long terme (changement du flux annuel moyen) et la réaction à court terme (le forçage des marées et peut-être le forçage de l'apport des eaux de fonte). La recherche porterait aussi sur l'extraction d'une carotte de glace sur l'île James Ross pour connaître le contexte paléoclimatologique à plus long terme. Les autres domaines d'étude incluent la recolonisation des zones où des plates-formes de glace sont disparues et la recherche pour déterminer comment les changements dans la glace marine influent sur la productivité biologique. La plupart des examens de la productivité marine ont été effectués dans la région de McMurdo où la glace de mer est pluriannuelle. Cela n'est

most of the sea ice on the west side of the peninsula is annual and it would be valuable to study how this may affect the biological productivity. In studying ecosystem response to warming on the Antarctic Peninsula, bi-polar comparisons could be drawn with the Mackenzie Delta/Beaufort Sea area where significant warming has also occurred. Research in this area would also include limnological studies.

Logistically, several points were brought up. RADARSAT II can provide data on glacial behaviour at various time scales, and sea ice behaviour. Canada also has significant ice coring expertise and drill/instrumentation technology for use in recovering an ice core from James Ross Island. This research could be supported by deploying a Canadian icebreaker to the Antarctic Peninsula area for use as a research platform for international scientific teams. There is limited berth space, however, and accessibility to the region is subject to ice and weather conditions. The IPY in 2007–08 could be the trigger for taking an icebreaker to the Antarctica. This would tie in well with the proposed ice coring work on James Ross Island, as one or two seasons of reconnaissance would be needed to find an optimum drill-site. Even without a vessel, however, Canadians could conduct the research by collaborating with several other countries, such as the U.K., Chile, or Argentina, who already have bases and ships in the area.

pas la norme, car la plus grande partie de la glace marine sur le coté ouest de la péninsule est annuelle, et il serait utile de déterminer comment cela pourrait influer sur la productivité biologique. Les études des réactions des écosystèmes au réchauffement sur la péninsule antarctique pourraient donner lieu à des comparaisons bipolaires avec la zone du delta du Mackenzie et de la mer de Beaufort où l'on a aussi noté un réchauffement considérable. La recherche dans ce secteur inclurait aussi les études limnologiques.

En logistique, plusieurs points ont été soulevés. RADARSAT II peut fournir des données sur le comportement des glaces pour diverses échelles de temps et sur le comportement de la glace marine. En outre, le Canada jouit d'une expertise considérable en rapport avec l'extraction de carottes et la technologie et les instruments de forage, expertise qui pourrait servir au prélèvement d'une carotte de glace sur l'île James Ross. Une aide à cette recherche pourrait être fournie par un brise-glace canadien qui servirait de plate-forme pour les équipes de scientifiques des divers pays dans la péninsule antarctique. Les places sont toutefois limitées, et il faut considérer les moyens d'accès à la région, compte tenu de la glace et des conditions climatiques. L'API de 2007–2008 pourrait être l'occasion d'envoyer un brise-glace en Antarctique. Ce projet serait tout à fait compatible avec l'extraction d'une carotte de glace envisagée sur l'île James Ross, car il faudrait prévoir une ou deux saisons de reconnaissance pour trouver le site de forage idéal. Cependant, même sans navire les Canadiens pourraient faire la recherche en collaborant avec plusieurs autres pays comme le R.-U., le Chili ou l'Argentine qui ont des bases et des bateaux dans la région.

6.2.3 *Contaminants, Biota and Polar Microbial Ecosystems*

Julia Foght
University of Alberta, Canada

Émilien Pelletier
Institut des sciences de la mer, Université du Québec à Rimouski, Canada

The scope of the discussions in this breakout group was limited to three topics: terrestrial contamination, chemical analyses, and bioremediation. The research theme was structured this way due to the expertise of Canadian researchers and to the opportunities for international research cooperation that appear to be available. If there is to be a Canadian Antarctic program, there are benefits to be derived from discipline visibility and marketing of science. Rather than being disparate individuals working away in separate laboratories, being with an umbrella organization makes us more visible to the public and to potential funding

6.2.3 *Contaminants, biote et écosystèmes microbiens polaires*

Julia Foght
Université de l'Alberta, Canada

Émilien Pelletier
Institut des sciences de la mer, Université du Québec à Rimouski, Canada

À cet atelier, la discussion a porté sur trois sujets : la contamination terrestre, les analyses chimiques et la biorestauration. Le thème de la recherche a été ainsi structuré du fait de l'expertise des chercheurs canadiens et des possibilités de collaboration internationale. Si on veut mettre sur pied un programme canadien de recherche antarctique, la visibilité des disciplines et le marketing de la science pourraient apporter des avantages. Au lieu d'avoir diverses personnes qui travaillent dans des laboratoires distincts, nous pourrions accroître notre visibilité auprès du public et des éventuels organismes de financement et collaborateurs en nous regroupant. En outre, le regroupement donne une structure pour la collaboration. Il faut d'abord se pencher sur un problème pratique bien défini,

organizations and collaborators. Additionally, it provides a framework for collaboration. The goal is to start with a defined, practical problem, *i.e.*, a contaminated site. Knowing where it is, we then have to find out what it is, then find a solution to the problem. From that we can spread out to more general questions of microbial ecology. The IPY could be used as the driver for this research, serving to launch new technologies such the "DNA chips". The idea is to examine two types of genomic chip to figure out what organisms are in the environment. The gene arrays on the chips are of two kinds: taxonomic – helping us to identify the organisms within a contaminated site – and functional, allowing us to determine what function they carry out, such as degrading particular hydrocarbons or transforming particular heavy metals. With that information, it's then possible to conduct comparative studies and look at the biogeographic distribution of the organisms. It is very important that any examination of contaminants and their effects take place in multiple locations along a latitudinal gradient so that various ecosystems and contaminants can be investigated at the same time. This project would definitely have a bi-polar component and Antarctic sites would be compared with a number of Arctic sites that are already under investigation.

It was recognized that any Canadian Antarctic research program is going to be dealing with two kinds of currency: tangible and intangible. Governments will have to provide the tangible currency (*e.g.*, transportation, bases, cold weather clothing) whereas scientists provide their scientific expertise as a currency of trade. We have a number of contaminated sites up North which can be regarded as "demonstration sites" that can be used as training grounds for international teams. We must foster exchanges of highly qualified personnel, either students or researchers. Existing partnerships have been developed with France, Argentina, New Zealand, U.K., Australia and Brazil, primarily by individual researchers simply going out and establishing collaborations on their own. Partnerships opportunities could flourish with a national Antarctic program backing them. The timing for addressing contaminants is now, as several Treaty countries have a keen interest in the topic. The suggestion was put forth that a broadening of PCSP's Arctic-Antarctic Exchange Program might be in order since not everyone is able to find the right collaborator. The reciprocity of the exchanges could perhaps be on a project-for project basis, rather than on a researcher-to-researcher one. An annual workshop would enhance communication among groups of scientists and could help in developing collaborations with scientists from

comme un site contamine. Lorsque nous savons ou se situe le problème, nous devons pouvoir l'expliquer, puis trouver une solution. Nous pouvons ensuite nous pencher sur des questions plus générales d'écologie microbienne. L'API pourrait être l'élément déclencheur de la recherche et servir à lancer de nouvelles technologies comme celle des puces d'ADN. L'idée consiste à examiner deux types de puces génomiques pour déterminer quels organismes sont présents dans l'environnement. Il y a deux types de réseaux de gènes sur les puces: les réseaux taxonomiques – qui nous aident à identifier les organismes dans un site contaminé – et les réseaux fonctionnels, qui nous permettent de connaître leur fonction, c'est-à-dire la dégradation de certains hydrocarbures ou la transformation de métaux lourds. Lorsque nous possédons ces renseignements, nous pouvons faire des études comparatives et tenir compte de la répartition biogéographique des organismes. Il est très important que l'examen des contaminants et de leurs effets soit effectué à de nombreux endroits le long d'un gradient latitudinal, de sorte que les divers écosystèmes et contaminants puissent être étudiés en même temps. Ce projet aurait certainement une composante bipolaire, et les sites antarctiques seraient comparés à un nombre de sites arctiques qui font déjà l'objet d'une étude.

On a établi qu'un programme canadien de recherche antarctique utiliserait deux moyens d'échange, soit les moyens tangibles et les moyens intangibles. Les gouvernements devront fournir les moyens tangibles (p. ex., le transport, les bases, les vêtements pour climat froid), alors que les scientifiques fourniraient leur savoir-faire. Dans le Nord, un certain nombre de sites contamines peuvent être considérés comme des « sites de démonstration » pouvant servir à la formation des équipes internationales. Nous devons encourager les échanges de personnel hautement qualifié (étudiants ou chercheurs). Des partenariats ont été créés avec la France, l'Argentine, la Nouvelle-Zélande, le R.-U., l'Australie et le Brésil, surtout par des chercheurs qui cherchent eux-mêmes à établir une collaboration. Les possibilités de partenariat pourraient donner d'excellents résultats avec l'appui d'un programme antarctique national. C'est maintenant que nous devons nous intéresser aux contaminants, puisque plusieurs pays signataires de traités s'en soucient. L'élargissement du Programme d'échanges Arctique-Antarctique de l'EPCP a été proposé car les intéressés n'ont pas tous pu trouver le bon collaborateur. La réciprocité des échanges pourrait peut-être s'appliquer aux projets plutôt qu'aux chercheurs. Un colloque annuel améliorerait la communication entre les groupes de scientifiques et pourrait aider à développer la collaboration avec les scientifiques des autres pays et du Canada. Si le projet de recherche sur les contaminants doit être un projet bipolaire, nous devons nous demander quelles sont les autres infrastructures nécessaires dans nos stations de recherche arctiques pour attirer des collaborateurs. Cette question

other countries and within Canada. If the contaminants research project is to be a bi-polar one, we need to consider what other infrastructure needs to be in place in our Arctic research stations to attract collaborators; this also becomes an important consideration if Canadians are to use the base facilities of other countries in the Antarctic. Two suggestions were made regarding funding: first, that we could use in kind contributions from international collaborators to leverage money from existing funding agencies, and second that funds from NSERC strategic grants could be used to build a network, and then a program.

6.2.4 *Framework for Partnerships*

Olav Loken
Canadian Committee for Antarctic Research

Canada ratified the Environmental Protocol immediately after the Antarctic Environmental Protection Act entered into force on December 1, 2003. This created the legislative tools required for Environment Minister David Anderson to state: "Canada can now officially join its partners in their effort to further prevent pollution and environmental degradation in the Antarctic." To be effective in protecting the Antarctic environment, Canada now needs a credible knowledge base to support the regulatory framework. The best way to achieve this is to create and fund CARP. This would also enhance Canada's position within the knowledge based Antarctic Treaty System (ATS) and compliment and enrich our pursuit of polar science in the Northern Hemisphere.

A successful CARP requires that we develop and sustain a number of partnerships, some internal and some external to Canada. Internally, we must bring together Canadian scientists with an interest in Antarctic science. Most of them are at this workshop, where several of them met face to face for the first time. They would need to work together to develop a program reflecting Canadian objectives and values. This focus on a national program is a significant change, as previously our scientists often worked as guests of other national programs, with objectives defined by the host country. There was no effort to articulate Canadian objectives and interests.

Bi-polar linkages must be a key element in CARP and we need effective partnerships with our northern scientists. Such partnerships emphasize the relevance of both the Arctic and Antarctic regions to the Earth System science and should be an important factor in planning IPY 2007–08. The partnership among Canadian scientists must also include better links between

devient importante si l'on veut que les Canadiens puissent utiliser les installations des bases des autres pays, dans l'Antarctique. Deux suggestions ont été faites à propos du financement : premièrement, que nous puissions utiliser des contributions en nature des collaborateurs internationaux pour obtenir de l'argent des organismes de financement, et deuxièmement que les fonds des subventions stratégiques du CRSNG puissent être utilisés pour constituer un réseau, et ensuite établir un programme.

6.2.4 *Structure des partenariats*

Olav Loken
Comité canadien de la recherche antarctique

Le Canada a ratifié le Protocole sur l'environnement dès l'entrée en vigueur de la Loi sur la protection de l'environnement antarctique, le 1er décembre 2003. Cette mesure a suscité la mise en place des moyens législatifs nécessaires pour que le ministre de l'Environnement, David Anderson, déclare : « le Canada peut maintenant rejoindre officiellement ses partenaires mondiaux dans les efforts déployés pour prévenir encore davantage toute pollution et dégradation environnementale de l'Antarctique ». Pour pouvoir réellement protéger l'environnement antarctique, le Canada a maintenant besoin d'une base de connaissances crédible qui appuiera le cadre de réglementation. Le meilleur moyen de le faire est de créer et financer le PCRA. Cela améliorerait l'image du Canada dans le cadre du système du traité sur l'Antarctique (STA) basé sur le savoir et contribuerait à l'atteinte de nos objectifs en science polaire dans l'hémisphère Nord.

Pour que le PCRA ait du succès, nous devrions établir et soutenir des partenariats, internes et externes. À l'interne, nous devrions réunir les scientifiques canadiens qui s'intéressent à la science antarctique. La plupart participent à ce colloque, et plusieurs rencontrent pour la première fois des collègues. Ces scientifiques devraient travailler ensemble pour élaborer un programme reflétant les objectifs et les valeurs du Canada. Cet intérêt pour un programme national marque un changement important, car auparavant nos scientifiques travaillaient souvent à titre d'invités dans le cadre d'autres programmes nationaux dont les objectifs étaient établis par le pays hôte. On n'essayait pas de faire valoir les objectifs et les aspirations du Canada.

Les liens entre les deux pôles doivent être un élément clé du PCRA, et nous devons établir des partenariats efficaces avec nos scientifiques des affaires nordiques. Ces partenariats soulignent la pertinence des régions arctiques et antarctiques pour la science du système terrestre, et ils devraient tenir une place importante dans la planification de l'API 2007–2008. Les

government and university scientists. Government research funding is increasingly channelled towards the universities rather than government labs. However, the latter have key expertise, and creative means of forming effective government-university teams will be needed. Universities also play a key role in training future polar scientists and we should encourage the granting councils to establish a Canada Research Chair for Antarctic science. Since CARP will in part support the regulatory system, we need to form partnerships with those responsible for implementation, and with government policy groups that define future directions. While regulatory requirements should be a consideration in designing CARP, its success and sustainability will rest on scientific excellence, which must be a key factor in project selection. NSERC and the other granting councils will be important sources of funding for the scientific activities. We need partnerships with groups like Students on Ice and the Montreal Antarctic Society that promote knowledge about Antarctica and Antarctic science to the public. They contribute to the public understanding of Antarctica as a key element in the Earth System and this will in turn influence bureaucrats and politicians.

The CARP also needs to develop a number of external partnerships. Antarctic research does not necessarily include fieldwork. With modern technology and practices (*i.e.*, use of remote sensing, modelling, RADARSAT data, analyses of shared data and samples, etc.) office based studies can contribute significantly to Antarctic science. The same applies to archival analyses of memoirs and records, and studies of international relations and of Antarctica legal issues. However, for studies "on the ice", access to local infrastructure and associated transport capability are required. Since Canada does not plan to establish or acquire an Antarctic field station, bi- and/or multilateral partnerships with other national programs are essential. Canada is fortunate in that a number of countries have expressed interest in cooperating with us to conduct Antarctic field studies, and it is anticipated that we will collaborate with several. When we have decided on the scientific objectives we want to pursue we must look to the national programs of other SCAR countries with similar objectives and seek cooperation on joint studies. The level of integration will depend on the degree of similarity between the scientific objectives, as it is imperative that we seek to achieve our own objectives. The partnerships we establish must allow for student participation, as training young scientists will be a Canadian priority.

Compensation for the use of camp and

partenariats entre scientifiques canadiens doivent prévoir une amélioration des liens entre les scientifiques des gouvernements et ceux des universités. Les gouvernements financent de plus en plus la recherche faite par les universités au lieu de celle effectuée par leurs laboratoires. Cependant, ces derniers possèdent un savoir-faire crucial, et nous devrons avoir des moyens ingénieux de former des équipes gouvernement-université efficaces. Les universités jouent un rôle primordial dans la formation des futurs scientifiques des affaires polaires, et nous devrions encourager les conseils subventionnaires à établir une chaire de recherche canadienne pour la science antarctique. Comme le PCRA appuiera en partie le système de réglementation, nous devons former des partenariats avec les responsables de la mise en œuvre et avec les groupes de décideurs des gouvernements qui déterminent l'orientation future. On devrait tenir compte des exigences des règlements dans le cadre de l'élaboration du PCRA, mais le succès et la durabilité du programme dépendront de l'excellence scientifique, qui doit être un facteur clé de la sélection des projets. Le CRSNG et les autres conseils subventionnaires seront d'importantes sources de financement pour les activités scientifiques. Nous devons nous associer à des groupes de la société civile, c.-à-d. Students on Ice et la Société Antarctique de Montréal qui préconise la connaissance de l'Antarctique et de la science antarctique dans le public. Ces organismes aident les gens à comprendre l'Antarctique en tant qu'élément clé du système terrestre, et leur intervention à cet égard aura une influence sur les bureaucrates et les politiciens.

Le PCRA devrait aussi créer des partenariats externes. La recherche antarctique n'inclut pas nécessairement les travaux sur le terrain. Grâce aux technologies et méthodes modernes (télédétection, modélisation, données RADARSAT, analyses de données et échantillons partagés, etc.) les études réalisées dans un bureau peuvent apporter une importante contribution à la science antarctique. Il en est de même pour : les analyses de mémoires et de dossiers du passé, et les études des relations internationales et questions juridiques liées à l'Antarctique. Cependant, pour les études « sur la glace », il faut avoir accès à l'infrastructure locale et à des moyens de transport. Comme le Canada ne compte pas établir ou acquérir une station dans l'Antarctique, les partenariats bilatéraux et/ou multilatéraux avec d'autres programmes nationaux sont essentiels. Le Canada a de la chance car un certain nombre de pays ont manifesté le désir de collaborer avec nous à des études sur le terrain en Antarctique, et les offres de plusieurs pays devraient être acceptées. Lorsque nous aurons fixé nos objectifs scientifiques, nous devrons considérer les programmes nationaux des autres pays membres du CSRA qui ont des objectifs semblables et demander à collaborer à des études conjointes. Le degré d'intégration dépendra du degré de similitude entre les objectifs scientifiques, car nous devons absolument essayer d'atteindre nos

transportation facilities must be negotiated in the form of cash payments and/or in-kind contributions. If Canada is to pursue its own scientific objectives in Antarctica we need to contribute more financial resources than we have done in recent years. We also have other currency that will be useful as in-kind contributions, such as the "intellectual capital" our scientists bring to the project, the value of scientific equipment we contribute, or the deployment of a Canadian icebreaker (*e.g.*, the CGS *Louis S. St. Laurent*) as an international research platform. Another form of currency could be assisting foreign scientists who may want to work in Arctic Canada or at Canadian universities to complement their work in the south, perhaps through an expanded version of PCSP's Arctic-Antarctic Exchange Program. In addition to facilitating Canadian access to Antarctic bases, this will also make Arctic Canada better known in other countries.

Some participants argued that Canada, as a rich developed country with significant Arctic expertise, should seek Consultative status within the ATS. This is now a real possibility, as ratification of the Madrid Protocol removed the last formal barrier preventing Canada from taking such a step. The new government formed in Ottawa in December 2003 has a different view of Canada's place in the world than its predecessor, and this question should be addressed in the new context.

objectifs. Les partenariats que nous créerons devront permettre la participation des étudiants, puisque la formation des jeunes scientifiques sera l'un des objectifs du Canada.

Les compensations à verser pour l'utilisation des camps et des moyens de transport devront être négociées et prendre la forme de paiements comptant et/ou de contributions en nature. Si le Canada doit poursuivre ses propres objectifs scientifiques en Antarctique, nous devons fournir plus de ressources financières que nous l'avons fait ces dernières années. Nous avons aussi d'autres moyens d'échange qui seront utiles en tant que contributions en nature, c.-à-d. le « capital intellectuel » que nos scientifiques apportent au projet, la valeur du matériel scientifique que nous fournissons, ou le brise-glace canadien (p. ex., le GCC *Louis S. St-Laurent*) qui sert de plate-forme de recherche internationale. Un autre moyen d'échange pourrait être l'aide aux scientifiques étrangers qui aimeraient travailler dans l'Arctique canadien ou dans les universités canadiennes pour compléter les travaux qu'ils ont effectués dans le Sud, p. ex., dans le cadre d'une version élargie du Programme d'échanges Arctique-Antarctique de l'EPCP. En plus de faciliter l'accès des Canadiens aux bases en Antarctique, cette aide contribuera à mieux faire connaître l'Arctique canadien dans les autres pays.

Des participants ont indiqué que le Canada, en tant que pays développé riche qui possède un savoir-faire considérable en rapport avec l'Arctique, devrait demander le statut de partie consultative dans le STA. Cette possibilité est maintenant bien réelle car la ratification du Protocole de Madrid a supprimé le dernier obstacle véritable qui empêchait le Canada de prendre une telle mesure. Le nouveau gouvernement formé à Ottawa en décembre 2003 a une différente opinion de celle de son prédécesseur sur la place du Canada dans le monde, et cette question devrait être considérée dans le nouveau contexte.

7 General Discussion and Comments from Participants

P. Suedfeld commented that no matter what the final list of research priorities is within a Canadian Antarctic research program (CARP), it is important to build into the program some sort of accommodation for individual researchers. W. Pollard recognized that to date, Canadian research activities in Antarctica are due to the dedication of individual scientists and it is their impressive list of research activity that forms the base of the CARP we seek to outline at this workshop.

B. Nickling questioned whether the impetus for a national program should come from the government itself since they can provide not only funding, but identity as well. It was noted that the scientific community needs to be pro-active; this workshop demonstrates the enthusiasm and preparedness that exists for a CARP and provides the government with the opportunity to respond. W. Pollard stated that the document resulting from this workshop will form the basis for further discussions which will lead to a Canadian Antarctic Research Program proposal for consideration by the Government of Canada. S. Bigras noted that in CCAR's 2002 strategy paper *Antarctic and Bipolar Linkages*, three recommendations were made. The government has acted on the second recommendation (ratification of the Madrid Protocol) and is moving forward on the third (closer involvement with the CCAMLR); and this workshop is the scientific community's response to the first recommendation, the implementation of a Canadian Antarctic Research Program.

R. Koerner asked what the next step would be, given the input that has been assembled at the workshop. W. Pollard replied that a report of the workshop itself would be produced which would summarize the overall directions that the participants feel should be taken in the creation of a CARP. This would be used to solicit feedback and advice to generate tangible recommendations for a program. E. Pelletier noted that the broad strokes of the research programs have been developed and groups could be appointed to develop each of the themes in more detail. W. Pollard agreed, recognizing that the onus is on the members of the scientific community to hammer out the program details, perhaps at another workshop. P. Johnson noted that the recommendations emanating from the workshop,

7 Discussion générale et commentaires des participants

P. Suedfeld a indiqué que peu importe quelle sera la liste définitive des priorités du programme canadien de recherche antarctique en recherche (PCRA), le programme devra prévoir des aménagements pour les chercheurs individuels. W. Pollard a reconnu que jusqu'ici les activités de recherche canadiennes menées en Antarctique ont résulté du dévouement de ces scientifiques. C'est leur liste impressionnante d'activités qui forme la base du PCRA que nous tentons de faire valoir à ce colloque.

B. Nickling a demandé si l'impulsion pour la mise sur pied d'un programme national devrait venir du gouvernement car en plus du financement, celui-ci peut fournir une identité. Les participants ont indiqué que la communauté scientifique devait être proactive. Le colloque montre l'enthousiasme et le degré de planification pour la mise sur pied du PCRA et donne au gouvernement la possibilité de réagir. W. Pollard a affirmé que le compte rendu de ce colloque formera la base des futurs débats préalables à la soumission d'une proposition au gouvernement du Canada qui préconisera la mise sur pied du programme canadien de recherche antarctique. Selon S. Bigras, l'exposé de stratégie de 2002 du CCRA, intitulé *La science antarctique et les liens bipolaires*, faisait trois recommandations. Le gouvernement a fait quelque chose en rapport avec la deuxième recommandation (ratification du Protocole de Madrid) et pris des mesures en rapport avec la troisième (rapprochement avec la CCAMLR). Ce colloque est la réponse de la communauté scientifique à la première recommandation, la mise en œuvre d'un programme canadien de recherche antarctique.

R. Koerner a demandé quelle serait la prochaine étape, compte tenu de l'information recueillie au colloque. W. Pollard a répondu que le compte rendu du colloque résumerait les grandes lignes générales qui, d'après les participants, devraient être suivies pour créer un PCRA. Ce rapport servira à demander des opinions et conseils qui devraient donner lieu à des recommandations tangibles pour la mise sur pied du programme. E. Pelletier a indiqué que les grandes lignes des programmes de recherche ont été établies et qu'on pourrait désigner des groupes chargés d'en formuler les thèmes plus en détail. W. Pollard était d'accord, ayant signalé qu'il incombe aux membres de la communauté scientifique d'établir les détails du programme (peut-être à un autre colloque). Selon P. Johnson, les recommandations faites au colloque, ainsi que les intérêts du Canada en rapport avec l'Arctique, devraient

together with Canada's Arctic interests, should be molded into a set of Canadian IPY initiatives. S. Gordon commented that New Zealand organizes an annual Antarctic conference which affords researchers and government representatives the opportunity to regularly discuss the direction of the country's Antarctic science program.

S. Bigras suggested that in addition to a report of the workshop discussions, a second document should be produced which would provide details of the various research projects, as well as possible structural models for a CARP. C. Omelon pointed out that for an Antarctic program to be effective, we need an organism that is identifiable and that people can turn to for direction and leadership. W. Pollard replied that it was hoped that CARP would be just that: a central Antarctic science agency. R. Koerner pointed out that the structure can be developed and refined over the next several years, but it is the IPY programs that need expediting. W. Pollard commented that a number of options in terms of structure had been presented; it was now important to pick one model or perhaps create a hybrid based on the Dutch or New Zealand programs.

Several other comments were made about elements that should be addressed by the documents emanating from this workshop, including the need to address public concerns by clearly articulating how Canada might benefit from a CARP. G. Green proposed that an expedition by Canadian university students could be a good opportunity to raise awareness of Antarctic research. F. Tessensohn also noted that it was important to explain why research should be conducted in the Antarctic, rather than just the Arctic. It was recognized that it is important to justify this not only to the public, but to colleagues and the peer-review process as well.

servir à établir un ensemble d'initiatives canadiennes pour l'API. S. Gordon a indiqué que la Nouvelle-Zélande tient une conférence antarctique annuelle qui donne aux chercheurs et aux représentants des gouvernements l'occasion de débattre régulièrement l'orientation du programme de science antarctique du pays.

S. Bigras a proposé qu'à part le compte rendu des discussions du colloque, on produise un deuxième document qui fournirait des détails sur les divers projets de recherche ainsi que les modèles structurels d'un PCRA. C. Omelon a affirmé que si l'on veut que le programme antarctique soit efficace, il faut qu'il y ait un organisme identifiable auquel les gens pourraient s'adresser pour l'orientation et le leadership. W. Pollard a répondu que les participants s'attendent à ce que le PCRA soit en fait un organisme de science antarctique central. R. Koerner a fait remarquer que la structure pourrait être établie et affinée au cours des prochaines années, mais qu'il faut déterminer au plus tôt les programmes de l'API. W. Pollard a dit qu'un certain nombre d'options, en termes de structure, avaient été présentées. Il faut maintenant choisir un modèle ou peut-être créer un hybride basé sur les programmes hollandais et néozélandais.

Plusieurs autres commentaires ont été faits à propos de certains éléments dont devraient traiter les documents produits suite au colloque, notamment la nécessité d'examiner les préoccupations du public en indiquant clairement comment le Canada pourrait bénéficier d'un PCRA. G. Green a proposé une expédition menée par des étudiants des universités canadiennes, en indiquant que ce serait là un bon moyen de sensibiliser les gens à la recherche antarctique. F. Tessensohn a insisté sur l'importance d'expliquer pourquoi la recherche devrait être faite en Antarctique, et non pas seulement dans l'Arctique. Les participants ont reconnu qu'il est important de fournir une explication non seulement au public, mais aussi aux collègues et dans le processus d'examen par les pairs.

8 Closing Remarks

Wayne Pollard

In closing, I want to express our thanks to all of you for coming and for sharing your ideas and experiences with us. We have had some great presentations from international experts on Antarctic science and on the management of that science. We in the Canadian Antarctic community feel enriched by this and by the discussions in the breakout groups and in more informal settings. We are very pleased by the enthusiastic and open discussions and we will take away many good ideas to build on.

Several representatives from other countries expressed interest in cooperating with Canada in Antarctic science. We are encouraged by this as it makes us feel welcome as a more significant player in Antarctic science. This is important, as we do not plan to establish an Antarctic base of our own and will largely rely on existing infrastructure for fieldwork. Just as we have learned from the foreign participants, we hope that you have learned something about us: who we are, how we are thinking, and what stage we are at in developing a national program. This will provide a realistic basis for what you can expect when we start discussing cooperation on specific projects.

This workshop has been a significant event for us Canadians in more than one way. Although several of us have been involved in Antarctic science for some time, this was the first time we actually met and had a chance to talk about common interests with some of our Canadian colleagues. Until now we have mainly focused on our individual research projects and our closest collaborators (often from other countries). Next week, when we start developing a national Antarctic Research Program we will face a different situation. Rather than focusing on relatively short term projects with specific scientific objectives pursued by one principal investigator and maybe a couple of co-principal investigators, our task will be to design a long term program with broader national objectives to be pursued by a number of scientists, many of whom are not yet known to us. This workshop has moved us in that direction.

Thank you and have a safe return!

8 Mot de la fin

Wayne Pollard

Pour terminer, je tiens à vous remercier tous pour être venus partager vos idées et expériences avec nous. Les experts internationaux en science antarctique et en gestion de cette science ont fait d'excellentes présentations. En tant que membres de la collectivité antarctique canadienne, nous estimons que leur apport ainsi que les débats tenus aux ateliers et dans un contexte plus informel ont enrichi nos connaissances. Nous sommes très contents d'avoir suscité des discussions enthousiastes et un libre débat, et nous mettrons à profit beaucoup de bonnes idées.

Plusieurs représentants des autres pays ont manifesté le désir de collaborer avec le Canada en science antarctique. Cela nous encourage, et nous sentons que les gens veulent voir augmenter notre intervention à cet égard. C'est là un point important pour nous, car nous n'envisageons pas d'établir seuls une base antarctique et nous compterons beaucoup sur l'infrastructure existante pour le travail sur le terrain. La participation des étrangers nous a appris quelque chose, et nous espérons que, de votre côté, vous avez appris à nous connaître, que vous avez compris notre façon de penser et à quel stade nous en sommes dans l'élaboration d'un programme national. Cela vous donnera une base réaliste pour savoir ce à quoi vous pourrez vous attendre quand nous entamerons le débat sur la coopération pour certains projets.

À bien des égards ce colloque a été pour nous, Canadiens, un événement important. Plusieurs d'entre nous participent à la science antarctique depuis un certain temps, mais le colloque nous a donné pour la première fois l'occasion de nous rencontrer et de parler de nos intérêts communs avec des collègues canadiens. Jusqu'ici nous nous sommes concentrés sur nos projets de recherche individuels et nos plus proches collaborateurs (souvent de l'étranger). La semaine prochaine, quand nous commencerons à élaborer notre programme de recherche antarctique national, nous ferons face à une situation différente. Au lieu de nous soucier de projets à court terme comportant les objectifs scientifiques d'un chercheur principal ou de deux co-chercheurs principaux, nous tenterons de concevoir un programme à long terme avec de plus vastes objectifs nationaux qui seront ceux de nombreux scientifiques pour la plupart encore inconnus de nous. Ce colloque nous a fait avancer dans cette direction.

Merci, et bon retour!

Appendix A
Workshop Participants

Joel Barker
Department of Earth and Atmospheric Sciences
University of Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
jdbarker@ualberta.ca

Jyoti Bhargava
Policy Advisor – Strategic Issues
Environment Canada
351 St. Joseph Blvd.
Ottawa, ON, K1A 0H3
jyoti.bhargava@ec.gc.ca

Maya Bhatia
Department of Earth and Atmospheric Sciences
University of Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
mbhatia@ualberta.ca

Dr. Robert Bindschadler
Code 971, Bldg. 33, Rm. A218
NASA Goddard Space Flight Center
Greenbelt, MD 20771
U.S.A.
Robert.A.Bindschadler@nasa.gov

Steven C. Bigras
Executive Director
Canadian Polar Commission
Constitution Square, Suite 1710
360 Albert Street
Ottawa, ON, K1R 7X7
bigrass@polarcom.gc.ca

Dr. Erik Blake, President
Icefield Instruments Inc.
P.O.Box 30036.
Whitehorse, YT, Y1A 5M2
erik@icefield.yk.ca

Sarah Boon
Department of Earth and Atmospheric Sciences
University of Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
sboon@ualberta.ca

Dave Burgess
9314 – 71 Ave.
Edmonton, AB, T6E 0K8
dob@ualberta.ca

Ginny Catania
Depart. of Earth & Space Sciences
University of Washington
63 Johnson Hall, Box 351310
Seattle WA 98195, U.S.A.
ginny@ess.washington.edu

Dr. Fiona Cawkwell
Department of Earth and Atmospheric Sciences
University of Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
fiona.cawkwell@ualberta.ca

Stephanie Cheng
Department of Biological Sciences
CW 405, Biological Sciences Centre
University of Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E9
smcheng@ualberta.ca

Prof. Andrew Clarke
British Antarctic Survey
High Cross, Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
U.K.
accl@bas.ac.uk

Dr. Kathy Conlan
Canadian Museum of Nature
P.O. Box 3443, Stn D
Ottawa, ON, K1P 6P4
kconlan@mus-nature.ca

Nicole J. Couture
Department of Geography
McGill University
805 Sherbrooke St.
Monreal, PQ, H3A 2K6
nicole.couture@mail.mcgill.ca

Dr. Detlef Damaske
BGR – Polargeologie
Geozentrum Hannover
Stilleweg 2
30655 Hannover
Germany
d.damaske@bgr.de

Prof. Serge Demers
Directeur, ISMER
310 allée des Ursulines
C.P. 3300
Rimouski, PQ, G5L 3A1
serge_demers@uqar.qc.ca

Gregory De Pascale
3638 Durocher Apt. 1
Monreal, PQ, H2X 2E8
snowynight@hotmail.com

Prof. Marianne Douglas
Department of Geology
University of Toronto
22 Russell Street
Toronto, ON, M5S 3B1
msvd@geology.utoronto.ca

Annexe A
Participants

Joel Barker
Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère
Université de l'Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
jdbarker@ualberta.ca

Jyoti Bhargava
Conseillère en politiques – enjeux stratégiques
Environnement Canada
351, boul. Saint-Joseph
Ottawa, ON, K1A 0H3
jyoti.bhargava@ec.gc.ca

Maya Bhatia
Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère
Université de l'Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
mbhatia@ualberta.ca

M. Robert Bindschadler
Code 971
Bldg. 33, Rm. A218
NASA Goddard Space Flight Center
Greenbelt, MD 20771, É.-U.
Robert.A.Bindschadler@nasa.gov

Steven C. Bigras, directeur exécutif
Commission canadienne des affaires polaires
Constitution Square, Piece 1710
360, rue Albert
Ottawa, ON, K1R 7X7
bigrass@polarcom.gc.ca

M. Erik Blake, président
Icefield Instruments Inc.
P.O.Box 30036.
Whitehorse, YT, Y1A 5M2
erik@icefield.yk.ca

Sarah Boon
Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère
Université de l'Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
sboon@ualberta.ca

Dave Burgess
9314 – 71 Ave.
Edmonton, AB, T6E 0K8
dob@ualberta.ca

Ginny Catania
Département des sciences de la Terre et spatiales
Université de Washington
63 Johnson Hall, Box 351310
Seattle WA 98195, É.-U.
ginny@ess.washington.edu

M^me Fiona Cawkwell
Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère
Université de l'Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
fiona.cawkwell@ualberta.ca

Stephanie Cheng
Département des sciences biologiques
CW 405, Biological Sciences Centre
Université de l'Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E9
smcheng@ualberta.ca

P^r Andrew Clarke
British Antarctic Survey
High Cross, Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
R.-U.
accl@bas.ac.uk

M^me Kathy Conlan
Musée canadien de la nature
C.P. 3443, succ. D
Ottawa, ON, K1P 6P4
kconlan@mus-nature.ca

Nicole J. Couture
Département de géographie
Université McGill
805, rue Sherbrooke.
Monreal, PQ, H3A 2K6
nicole.couture@mail.mcgill.ca

M. Detlef Damaske
BGR – Polargeologie
Geozentrum Hannover
Stilleweg 2
30655 Hannovre
Allemagne
d.damaske@bgr.de

P^r Serge Demers
Directeur, ISMER
310, allée des Ursulines
C.P. 3300
Rimouski, PQ, G5L 3A1
serge_demers@uqar.qc.ca

Gregory De Pascale
3638, rue Durocher, app. 1
Monreal, PQ, H2X 2E8
snowynight@hotmail.com

P^r Marianne Douglas
Département de géologie
Université de Toronto
22, rue Russell
Toronto, ON, M5S 3B1
msvd@geology.utoronto.ca

Dr. Karl Erb
Head, US Antarctic Program
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard - 755
Arlington, VA 22230, U.S.A.
kerb@nsf.gov

Katie Filbert
Department of Earth and Atmospheric. Sciences
University of Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
kfilbert@ualberta.ca

Prof. Julia Foght
Biological Sciences
University of Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E1
julia.foght@ualberta.ca

Dr. Milton Freeman
Canadian Circumpolar Institute
University of Alberta
Edmonton, AB, T6G 0H1
milton.freeman@ualberta.ca

Shulamit Gordon
Antarctica New Zealand
Private Bag 4745
Chistchurch
New Zealand
S.Gordon@antarcticanz.govt.nz

Dr. Laurence Gray
Canada Centre for Remote Sensing
588 Booth Street
Ottawa, ON, K1A 0Y7
laurence.gray@ccrs.nrcan.gc.ca

Geoff Green, Director
Students On Ice Expeditions
12 chemin Fosbery
Chelsea, QC, J9B 2G6
geoff@studentsonice.com

Bonni Hrycyk, Director
Polar Continental Shelf Project
Natural Resources Canada
615 Booth Street
Ottawa, ON, K1A 0E9
bhrycyk@nrcan.gc.ca

Dr. Ad H. L. Huiskes
Unit for Polar Ecology
Netherlands Inst. of Ecology
P.O. Box 140
4400 AC Yerseke
The Netherlands
a.huiskes@nioo.knaw.nl

Prof. Peter Johnson, Chair
Canadian Polar Commission
Constitution Square, Suite 1710
360 Albert Street
Ottawa, ON, K1R 7X7
peterj@uottawa.ca

Dr. Roy (Fritz) Koerner
Geological Survey of Canada
Natural Resources Canada
601 Booth Street
Ottawa, ON, K1A 0E8
rkoerner@nrcan.gc.ca

Valmar Kurol, President
Montreal Antarctic Society
63 Courtney Drive
Monreal, QC, H4X 1M7
mtl.ant.soc@sympatico.ca

Melissa Lafreniere
Dept. of Earth & Atmospheric Sciences
University of Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
Melissa.lafrenier@ualberta.ca

Dr. Olav H. Loken
Secretary, CCAR
1170 Bonnie Crescent
Ottawa, ON, K2C 1Z5
oloken@sympatico.ca

Norman Marcotte
Acting Director, Major Projects
NSERC
350 Albert Street
Ottawa, ON, K1A 1H5
norman.marcotte@nserc.ca

Prof. Shawn Marshall
Department of Geography
University of Calgary
ES 404
2500 University Drive NW
Calgary, AB, T2N 1N4
shawn.marshall@ucalgary.ca

Dr. Chris P. McKay
Space Science Division
Building 245 Room 212
NASA Mail Stop 245-3
Moffett Field, CA 94035
U.S.A.
cmckay@mail.arc.nasa.gov

Derek Mueller
Departement Biologie
Universite Laval
Saintetoy, QC, G1K 7P4
derek.mueller@bio.ulaval.ca

Prof. W.G. Nickling
Wind Erosion Laboratory
Department of Geography
University of Guelph
Guelph, ON, N1G 2W1
nickling@uoguelph.ca

Dr. Anita Nuttall
Canadian Circumpolar Institute
University of Alberta
Edmonton, AB, T6G 0H1
polarice@telus.net

M. Karl Erb
chef, US Antarctic Program
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard - 755
Arlington, VA 22230
E.-U.
kerb@nsf.gov

Katie Filbert
Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère
Université de l'Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
kfilbert@ualberta.ca

Pr Julia Foght
Sciences biologiques
Université de l'Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E1
julia.foght@ualberta.ca

M. Milton Freeman
Institut circumpolaire canadien
Université de l'Alberta
Edmonton, AB, T6G 0H1
milton.freeman@ualberta.ca

Shulamit Gordon
Antarctica New Zealand
Private Bag 4745
Chistchurch
Nouvelle-Zelande
S.Gordon@antarcticanz.govt.nz

M. Laurence Gray
Centre canadien de teledetection
588, rue Booth
Ottawa, ON, K1A 0Y7
laurence.gray@ccrs.nrcan.gc.ca

Geoff Green, directeur
Students On Ice Expeditions
12, chemin Fosbery
Chelsea, QC, J9B 2G6
geoff@studentsonice.com

Bonni Hrycyk, directrice
Etude du plateau continental polaire
Ressources naturelles Canada
615, rue Booth
Ottawa, ON, K1A 0E9
bhrycyk@nrcan.gc.ca

M. Ad H. L. Huiskes
Unité de l'écologie polaire
Netherlands Inst. of Ecology
C.P. 140
4400 AC Yerseke
Pays Bas
a.huiskes@nioo.knaw.nl

Pr Peter Johnson, president
Commission canadienne des affaires polaires
Constitution Square, piece 1710
360, rue Albert
Ottawa, ON, K1R 7X7
peterj@uottawa.ca

M. Roy (Fritz) Koerner
Commission geologique du Canada
Ressources naturelles Canada
601, rue Booth
Ottawa ON, K1A 0E8
rkoerner@nrcan.gc.ca

Valmar Kurol, president
Societe Antarctique de Montreal
63, promade Courtney
Montreal, QC, H4X 1M7
mtl.ant.soc@sympatico.ca

Melissa Lafreniere
Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère
Université de l'Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
Melissa.lafrenier@ualberta.ca

M. Olav H. Loken
secretaire, CCRA
1170 Bonnie Crescent
Ottawa, ON, K2C 1Z5
oloken@sympatico.ca

Norman Marcotte
Directeur intermaire, Grands projets
CRSNG
350, rue Albert
Ottawa, ON, K1A 1H5
norman.marcotte@nserc.ca

Pr Shawn Marshall
Département de geographie
Université de Calgary
ES 404, 2500 University Drive NW
Calgary, AB T2N 1N4
shawn.marshall@ucalgary.ca

M. Chris P. McKay
Division des sciences spatiales
Building 245 Room 212
NASA Mail Stop 245-3
Moffett Field, CA 94035
E.-U.
cmckay@mail.arc.nasa.gov

Derek Mueller
Département de biologie
Université Laval
Saintetoy, QC, G1K 7P4
derek.mueller@bio.ulaval.ca

Pr W.G. Nickling
Laboratoire d'erosion eolienne
Département de geographie
Université de Guelph
Guelph, ON, N1G 2W1
nickling@uoguelph.ca

Mme Anita Nuttall
Institut circumpolaire canadien
Université de l'Alberta
Edmonton, AB, T6G 0H1
polarice@telus.net

Christopher Omelon
Department of Geology
University of Toronto
22 Russell Street
Toronto, ON, M5S 3B1
omelon@geology.utoronto.ca

Prof. Émilien Pelletier
ISMER
310 Allée des Ursulines
Rimouski, PQ, G5L 3A1
emilien_pelletier@uqar.qc.ca

Prof. John S. Poland
Analytical Services Unit
Queen's University
Kingston, ON, K7L 3N6
polandj@biology.queensu.ca

Prof. Wayne Pollard
Chair, CCAR
Department of Geography
McGill University
805 Sherbrooke St.
Monreal, PQ, H3A 2K6
pollard@geog.mcgill.ca

Prof. Ross D. Powell
Department of Geology and Environmental Geosciences
Northern Illinois University
312 Davis Hall
Normal Road
De Kalb, IL 60115
U.S.A.
ross@geol.niu.edu

Peter Pulsifer
Carleton University
B349 Loeb
1125 Colonel By Drive
Ottawa, ON, K1S 5B6
pulsifer@magma.ca

Dr. Fred Roots
Science Adviser Emeritus
Environment Canada
6790 Sooke Road
Sooke, BC, V0S 1N0
fred.roots@ec.gc.ca

Prof. Don Rothwell
Visiting Professor
Faculty of Law
University of Victoria
PO Box 2400, STN CSC
Victoria, BC, V8W 3H7
donr@law.uvic.ca

Prof. Martin J. Sharp
Department of Earth and Atmospheric Sciences
University of Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
martin.sharp@ualberta.ca

Dr. Ian Stirling
Canadian Wildlife Service
Environment Canada
5320 122 St.
Edmonton, AB, T6H 3S5
ian.stirling@ec.gc.ca

Prof. Peter Suedfeld
Department of Psychology
The University of British Columbia
2136 West Mall
Vancouver, BC, V6T 1V6
psuedfeld@psych.ubc.ca

Dr. Jack Terhune
Department of Biology
University of New Brunswick
P.O. Box 5050
Saint John, NB, E2L 4L5
terhune@unbsj.ca

Dr. Franz Tessensohn
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
30655 Hannover
Germany
franz.tessensohn@bgr.de

Prof. Warwick Vincent
Past Chair, CCAR
Département de Biologie
Université Laval
Saintefoy, QC, G1K 7P4
warwick.vincent@bio.ulaval.ca

Prof. Lyle Whyte
Dept. of Natural Resource Sciences
McGill University
21, 111 Lakeshore Road
Ste. Anne de Bellevue, QC
H9X 3V9
whyte@nrs.mcgill.ca

Scott Williamson
Dept. of Earth and Atmospheric Sciences
University of Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
snw@ualberta.ca

Gabriel Wolken
Dept. of Earth & Atmospheric Sciences
University of Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
gwolken@ualberta.ca

Birgit Woods
Carleton University
B349 Loeb
1125 Colonel By Drive
Ottawa, ON, K1S 5B6
bwoods@connect.carleton.ca

Christopher Omelon
Département de géologie
Université de Toronto
22, rue Russell
Toronto, ON, M5S 3B1
omelon@geology.utoronto.ca

Pr Émilien Pelletier
ISMER
310, allée des Ursulines
Rimouski, PQ, G5L 3A1
emilien_pelletier@uqar.qc.ca

Pr John S. Poland
Unité des services analytiques
Université Queen's
Kingston, ON, K7L 3N6
polandj@biology.queensu.ca

Pr Wayne Pollard
président, CCRA
Département de géographie
Université McGill
805, rue Sherbrooke
Monreal, PQ, H3A 2K6
pollard@geog.mcgill.ca

Pr Ross D. Powell
Department of Geology and Environmental Geosciences
Northern Illinois University
312 Davis Hall
Normal Road
De Kalb, IL 60115
E.-U.
ross@geol.niu.edu

Peter Pulsifer
Université Carleton
B349 Loeb
1125, promenade Colonel By
Ottawa, ON, K1S 5B6
pulsifer@magma.ca

M. Fred Roots
Conseiller scientifique emérite
Environnement Canada
6790 Sooke Road
Sooke, BC, V0S 1N0
fred.roots@ec.gc.ca

Pr Don Rothwell, professeur invité
Faculté de droit
Université de Victoria
C.P. 2400, succ. CSC
Victoria, BC, V8W 3H7
donr@law.uvic.ca

Pr Martin J. Sharp
Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère
Université de l'Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
martin.sharp@ualberta.ca

M. Ian Stirling
Service canadien de la faune
Environnement Canada
5320 122 St.
Edmonton, AB, T6H 3S5
ian.stirling@ec.gc.ca

Pr Peter Suedfeld
Département de psychologie
Université de la Colombie Britannique
2136 West Mall
Vancouver BC, V6T 1V6
psuedfeld@psych.ubc.ca

M. Jack Terhune
Département de biologie
Université du Nouveau-Brunswick
C.P. 5050
Saint John, NB, E2L 4L5
terhune@unbsj.ca

M. Franz Tessensohn
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
30655 Hannovre
Allemagne
franz.tessensohn@bgr.de

Pr Warwick Vincent
président sortant, CCRA
Département de biologie
Université Laval
Sainteloy, QC, G1K 7P4
warwick.vincent@bio.ulaval.ca

Pr Lyle Whyte
Département des sciences des ressources naturelles
Université McGill
21 – 111, chemin Lakeshore
Ste. Anne de Bellevue, QC
H9X 3V9
whyte@nrs.mcgill.ca

Scott Williamson
Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère
Université de l'Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
snw@ualberta.ca

Gabriel Wolken
Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère
Université de l'Alberta
Edmonton, AB, T6G 2E3
gwolken@ualberta.ca

Birgit Woods
Université Carleton
B349 Loeb
1125, promenade Colonel By
Ottawa, ON, K1S 5B6
bwoods@connect.carleton.ca

Appendix B
List of Acronyms

ACE	Antarctic Climate Evolution
AEG	Antarctic Environmental Gradient
AFI	Antarctic Funding Initiative
AGEANT	Age, Growth and Evolution of Antarctica
ANDRILL	Antarctic Drilling Program
ANTEC	Antarctic Neotectonics
ATCP	Antarctic Treaty Consultative Party
ATS	Antarctic Treaty System
AWI	Alfred Wegener Institute
BAS	British Antarctic Survey
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Federal German Geological Survey)
CARP	Canadian Antarctic Research Program
CCAMLR	Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources
CCAR	Canadian Committee for Antarctic Research
CCAS	Convention for the Conservation of Antarctic Seals
CCGS	Canadian Coast Guard ship
CDS	Catch Documentation Scheme
CFCAS	Canadian Foundation for Climate and Atmospheric Sciences
CFI	Canadian Foundation for Innovation
CliC	Climate and Cryosphere Project
COMNAP	Council of Managers National Antarctic Programs
CPC	Canadian Polar Commission
CPIN	Canadian Polar Information Network
CSA	Canadian Space Agency
DFAIT	Department of Foreign Affairs and International Trade
DFG	German Research Foundation
DTI	Department of Trade and Industry
FATE	Effects of environmental change on carbon and nitrogen Fluxes in Antarctic Terrestrial Ecosystems
FCO	Foreign and Commonwealth Office
IASC	International Arctic Science Committee
ICSU	International Council of Science
IMAU	Institute for Marine and Atmospheric Research
IPY	International Polar Year
IT	information technology
MFA	Major Facilities Access
MOU	memorandum of understanding

Annexe B
Acronymes

ACE	Antarctic Climate Evolution (Évolution du climat antarctique)
AEG	Antarctic Environmental Gradient (Gradient environnemental antarctique)
AFI	Antarctic Funding Initiative (Initiative de financement pour l'Antarctique)
AGEANT	Age, Growth and Evolution of Antarctica (âge, croissance et évolution de l'Antarctique)
AIM	Accès aux installations majeures
ANDRILL	Antarctic Drilling Program (programme de forage antarctique)
ANTEC	Antarctic Neotectonics (néotectonique antarctique)
API	Année polaire internationale
ASC	Agence spatiale canadienne
ATCPA	Partie consultative au Traité sur l'Antarctique
BAS	British Antarctic Survey
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Étude géologique de l'Allemagne fédérale)
CCAMLR	Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (Convention sur la conservation de la faune et de la flore marines de l'Antarctique)
CCAP	Commission canadienne des affaires polaires
CCAS	Convention for the Conservation of Antarctic Seals (Convention pour la protection des phoques de l'Antarctique)
CCRA	Comité canadien de la recherche antarctique
CDS	Catch Documentation Scheme (système de documentation sur les prises)
CIS	Conseil international pour la science
CISA	Comité international pour les sciences arctiques
CliC	Climate and Cryosphere Project (projet Climat et Cryosphère)
COMNAP	Council of Managers National Antarctic Programs (Conseil des directeurs des programmes nationaux relatifs à l'Antarctique)
CRSH	Conseil de recherches en sciences humaines
CRSNG	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie
CSRA	Comité scientifique pour les recherches antarctiques
DFG	Fondation de l'Allemagne pour la recherche
DTI	Department of Trade and Industry (ministère du Commerce et de l'Industrie)
EPCP	Étude du plateau continental polaire

NAAP Netherlands' Antarctic Program
NASA National Aeronautics and Space Administration
NERC Natural Environment Research Council
NGO non-governmental organization
NIOO Netherlands Institute of Ecology
NPP Netherlands Polar Program
NSERC National Sciences and Engineering Research Council of Canada
NSF National Science Foundation
NWO Netherlands Organization for Scientific Research

PAG Permafrost Action Group
PCSP Polar Continental Shelf Project
PI principal investigator

RiSCC Regional Sensitivity to Climate Change in Antarctic Terrestrial and Limnetic Ecosystems
RoyalNIOZ Royal Netherlands Institute for Sea Research
RRS Royal research ship
RSI RADARSAT International

SALE, SALEGOS Subglacial Antarctic Lake Exploration Group of Specialists
SCAR Scientific Committee on Antarctic Research
SSRHC Social Science and Humanities Research Council

A CD containing the presentations given by participants at the workshop has been produced by McGill University. To obtain a copy contact Prof. Wayne Pollard: pollard@geog.mcgill.ca.

Un CD qui contient les présentations données par des participants à l'atelier a été produit par l'Université Mcgill. Pour en obtenir un exemplaire contacter P^ Wayne Pollard: pollard@geog.mcgill.ca.

FATE Effects of environmental change on carbon and nitrogen Fluxes in Antarctic Terrestrial Ecosystems (Effets des changements environnementaux sur les flux de carbone et d'azote sur les écosystèmes terrestres antarctiques)
FCI Fondation canadienne pour l'innovation
FCO Foreign and Commonwealth Office
FCSCA Fondation canadienne pour les sciences du climat et de l'atmosphère

GCC (navire de la) Garde côtière canadienne

IAW Institut Alfred Wegener
IMAU Institute for Marine and Atmospheric Research (Institut pour la recherche marine et atmosphérique)

MAECI Ministère des Affaires étrangères et du Commerce international

NAAP Netherlands' Antarctic Program (programme antarctique des Pays-Bas)
NASA National Aeronautics and Space Administration
NERC Natural Environment Research Council (Conseil de recherche sur l'environnement naturel)
NIOO Netherlands Institute of Ecology (Institut d'écologie des Pays-Bas)
NPP Netherlands Polar Program (programme polaire des Pays-Bas)
NSF National Science Foundation (Fondation nationale pour la science)
NWO Netherlands Organization for Scientific Research (Organisation des Pays-Bas pour la recherche scientifique)

ONG organisation non gouvernementale

PAG Permafrost Action Group (Groupe d'action Pergélisol)
PCRA Programme canadien de recherche antarctique
PE protocole d'entente

RCIP Réseau canadien d'information polaire
RiSCC Regional Sensitivity to Climate Change in Antarctic Terrestrial and Limnetic Ecosystems (Sensibilité régionale au changement de climat dans les écosystèmes terrestres et limnétiques antarctiques)
RoyalNIOZ Royal Netherlands Institute for Sea Research (Institut royal des Pays-Bas pour la recherche marine)
RRS Royal research ship (navire de recherche royal)
RSI RADARSAT International

SALE, SALEGOS Subglacial Antarctic Lake Exploration Group of Specialists (groupe de spécialistes sur l'exploration des lacs sous-glaciaires)
STA Système de Traité sur l'Antarctique

TI technologie de l'information

Appendix C
Summary of Talk by Dr. Fred Roots: "The Evolution of Antarctic Science"

A distinctive feature of Antarctica is that for the past 100 years much of the human activities there, both on the continent and in the surrounding oceans, have been connected with scientific investigation. However, in the past century and particularly in the four decades since the Antarctic Treaty entered into force, science itself has changed profoundly. The motivation for scientific studies and the way that the world needs science, conducts scientific activities, and uses scientific results have changed and continue to change. This paper examines briefly some aspects of these changes.

Science in Antarctica did not start with the 20th century. Our systematic communicable ideas about Antarctica go far back in antiquity. Already in the fifth century BC, astronomers had mapped the constellations and Greek scientists had deduced that the Earth revolved about an axis pointing towards the two heavenly bears Arctos. The lands under Arctos were the Arctic lands and because the Greeks loved symmetry, there must logically be opposite, balancing lands known as Anti-Arctos, *i.e.*, Antarctic. From Pytheas' voyage across the Arctic Circle in 320 BC, the Greeks knew that the lands and waters become colder to the north, and that the lands under Arctos – and thus by extension, the Anti-Arctos – were "frigid".

Early ideas about Antarctica might have come from Maori legends according to which the traveller Hui-te-rangiora "saw things like rocks, whose summits pierced the skies, projecting above the frozen sea". Did the story refer to icebergs, or sub-Antarctic islands, or was it pure imagination? In any case, the Maoris were not surprised when 18th century sailors told them about the icy lands to the south.

In 1521, the Dutch mapmaker Finnaeus published a map of the world which shows a large continent centred over the South Pole which Finnaeus labeled Terra Australis Re. It bears a surprising resemblance to the shape of Antarctica. Was this resemblance purely imagination or had some form of information about the continent reached Holland before any European voyagers went anywhere near that region? The historical debates about the map have contributed to Antarctic historical science.

Annexe C
Résumé de l'allocution de M. Fred Roots: L'évolution de la science antarctique

L'une des caractéristiques propres à l'Antarctique est le fait qu'au cours des cent dernières années une bonne partie des activités humaines qui s'y sont déroulées, sur le continent et dans les océans environnants, avaient quelque chose à voir avec la recherche scientifique. Cependant, au cours du dernier siècle, et surtout pendant les quatre décennies qui ont suivi l'entrée en vigueur du Traité sur l'Antarctique, la science comme telle s'est métamorphosée. Les raisons pour lesquelles on fait des études scientifiques, les besoins du monde en ce qui a trait à la science, la façon de mener les activités scientifiques et l'utilisation de leurs résultats ont changé et continuent de changer. Le présent document fournit une explication sommaire sur certains aspects de ces changements.

L'activité scientifique en Antarctique n'a pas commencé au 20e siècle. Nos idées systématiques qui peuvent être communiquées à propos de l'Antarctique remontent loin dans l'Antiquité. Dès le cinquième siècle avant J.-C., les astronomes avaient tracé la carte des constellations, et les scientifiques grecs avaient déduit que la Terre tournait autour d'un axe dirigé vers les deux ours (arktos) aperçus dans le ciel. Les terres situées du côté d'arktos étaient les zones arctiques, et comme les Grecs aimaient la symétrie il devait logiquement y avoir des terres situées à un endroit opposé qui assuraient l'équilibre, appelées Anti-Arktos, c'est-à-dire « Antarctique ». Comme Pytheas avait fait la traversée du cercle arctique en 320 avant J.-C., les Grecs savaient que les terres et les eaux deviennent plus froides au nord et que les terres situées en-dessous d'Arktos – et donc, par extension, l'Anti-Arktos – étaient glaciales.

Les idées des temps anciens à propos de l'Antarctique pourraient provenir de légendes maories selon lesquelles le voyageur Hui-te-rangiora aurait vu des choses ressemblant à des roches, dont les sommets perçaient le ciel et s'élevaient au-dessus de la mer gelée. Le récit fait-il allusion à des icebergs ou aux îles sub-antarctiques, ou est-il simplement le fruit de l'imagination du conteur? Quoi qu'il en soit, les Maoris n'ont pas été surpris quand au 18e siècle des marins leur ont parlé des terres glacées du sud.

En 1521, le cartographe néerlandais Finnaeus publiait une carte du monde qui montre un grand continent centré sur le pôle Sud, continent qu'il a appelé « Terra Australis Re ». De par sa forme, cette terre ressemble étonnamment à l'Antarctique. Cette ressemblance est-elle imaginaire ou peut-on conclure que certains renseignements à propos du continent

The next step in tracing the development of Antarctic knowledge takes us to England, where in 1674 the poet John Milton graphically described Antarctica before anyone we know about had been near it:

"Beyond this flood a frozen Continent
Lies dark and wilde, beat with perpetual storms
Of Whirlwind and dire Hail, which on firm land
Thaws not, but gathers heap, and ruin seems
Of ancient pile; all else deep snow and ice"

Whatever his sources, the poem reflected and reinforced the 17th century popular image of the southern polar lands. By the middle of the 18th century, unconfirmed stories of a southern land and its riches became widespread in Europe. In response, Britain sent Captain James Cook to look for the fabled southern continent. His report of the voyage and his excellent charts of the Southern Ocean constitute the first scientific information from the Antarctic region. His observations that there were numerous seals on the ice were picked up by the sealing industry.

In the first two decades of the 19th century, the "sealing frenzy" spread to all the sub-Antarctic islands, but by 1825, seals had largely been exterminated and the industry collapsed. There was almost no science associated with the sealing industry and we don't know whether the sealers visited the Antarctic mainland. The sealing activities led to a revival of interest in science and exploration and there were a number of expeditions from Russia, France, Germany, Britain, and the United States in the period from about 1820 to 1845. In 1819–21, Bellinghausen mapped parts of the coastline quite accurately and made extensive oceanographic measurements near the Antarctic Peninsula. In 1828, the first gravity and magnetic observations were made on Deception Island. The first biological report was published on the natural history of the South Shetland Islands in 1829, and in 1840, Dumont d'Urville deduced that the South Magnetic Pole was not far inland from the coast. In 1843, parties led by James Clark Ross carried out a wide range of local studies in geology, magnetism, and oceanography in the Ross Sea region. By mid-century, the geological character and natural history of the sub-Antarctic islands, the Ross Sea embayment and the adjacent shores of Victoria Land had been described in general fashion.

Interest in the polar regions diminished for a while, but was renewed with the International Polar Year (IPY) in 1882–83. It came about due to the conviction of one man, Karl Weyprecht of Austria, who believed that exploration of the polar regions should be conducted

s'étaient propagés jusqu'en Hollande avant que les voyageurs européens aient mis les pieds quelque part, près de cette région? Les débats du passé à propos de la carte ont contribué à la science en rapport avec l'histoire de l'Antarctique.

Si l'on tente de retracer l'évolution de la connaissance sur l'Antarctique, l'étape suivante de la recherche nous amène en Angleterre ou en 1674 le poète John Milton a décrit dans une explication graphique l'Antarctique avant même que qui que ce soit, à ce que nous sachions, l'ait approché:

«Au-delà de ce fleuve un continent gelé
S'étend sombre et sauvage, battu de tempêtes perpétuelles
D'ouragans, de grêle affreuse qui sur la terre ferme
Ne fond point, mais s'entasse en morceaux, et ressemble aux ruines
D'un ancien édifice. Partout ailleurs neige épaisse et glace»

Peu importe les sources qui ont inspiré son auteur, le poème reflétait et renforçait l'image que les gens se faisaient des terres polaires du sud au 17e siècle. Au milieu du 18e siècle, les récits non confirmés à propos d'une terre australe et de ses richesses se sont popularisés en Europe. La Grande-Bretagne a alors envoyé le capitaine James Cook à la recherche du légendaire continent austral. Son compte rendu du voyage et ses excellentes cartes de l'océan Austral constituent les premières données scientifiques sur la région antarctique. Ses remarques relatives à la présence d'une multitude de phoques sur la glace ont été mises à profit par l'industrie de la chasse au phoque.

Durant les deux premières décennies du 19e siècle, l'«engouement pour la chasse au phoque» s'est étendu à l'ensemble des îles sub-antarctiques, mais en 1825, les phoques avaient été en grande partie exterminés, et l'industrie s'est effondrée. L'activité scientifique en rapport avec l'industrie de la chasse au phoque était presque nulle, et nous ne savons pas si les chasseurs de phoques ont visité les régions continentales de l'Antarctique. La chasse au phoque a suscité un regain d'intérêt pour la science et l'exploration. En effet, un certain nombre d'expéditions à partir de la Russie, de la France, de l'Allemagne, de la Grande-Bretagne et des États-Unis ont été organisées entre 1820 et 1845. Durant la période de 1819–1821, Bellinghausen a cartographié avec une assez grande exactitude des parties du littoral et pris de nombreuses mesures océanographiques près de la péninsule antarctique. En 1828, les premières observations de la gravimétrie et du champ magnétique ont été faites sur l'île Deception. Le premier rapport biologique, qui traitait de l'histoire naturelle des îles Shetland du Sud, a été publié en 1829, et en 1840 Dumont d'Urville a établi que le pôle magnétique Sud n'était pas loin de la côte, à l'intérieur des terres. En 1843, des groupes dirigés par James Clark Ross ont mené un large éventail d'études locales portant sur la géologie, le magnétisme et l'océanographie dans la région de la mer de Ross. Au milieu du siècle, les caractéristiques géologiques et l'histoire naturelle des îles

by international science teams whose object was to increase freely available scientific knowledge. The IPY provided the first complete snapshot of the Earth as a dynamic planet. An important feature of the IPY was that all data was standardized and published promptly and the principle was established that henceforth, scientific information about the natural world should be openly available to anyone. The IPY also marked the beginning of the practice of governments sponsoring scientific research. The principles for scientific research established by the IPY, although revolutionary at the time, were soon taken for granted. Scientists are often unaware of how much their freedom of research and open exchange of information is due to developments in polar science.

Following the IPY, there was a lull in scientific interest in the south polar regions, but between 1897 and 1914, about a dozen expeditions from Australia, Belgium, England, France, Germany, Norway, Scotland, and Sweden visited Antarctica. This was the "heroic era" of Antarctic exploration. Although the pursuit of scientific knowledge was an activity secondary to geographical exploration or rivalry, many scientists were members of these expeditions, and some good science was accomplished. Worth mention is the first overwintering on the continent, the meteorological station established on Laurie Island which has been kept

sub-antarctiques, de l'échancrure de la mer de Ross et des côtes environnantes, à Victoria Land, avaient été décrites d'une manière générale.

Pendant un certain temps l'intérêt pour les régions polaires a diminué, mais il a été ravivé lorsqu'il fut décidé que l'année 1882–1883 serait l'Année polaire internationale (API). Cette initiative est née de la conviction d'un homme, Karl Weyprecht de l'Autriche, qui estimait que l'exploration des régions polaires devait être réalisée par des équipes internationales de scientifiques ayant pour but de rendre le savoir scientifique davantage accessible au grand public. L'API a apporté la première image instantanée de la Terre en tant que planète dynamique. Une caractéristique importante de l'API était la normalisation et la publication rapide de toutes les données, ce qui a servi à poser le principe que toute l'humanité devrait avoir accès à l'information scientifique sur le monde naturel. L'API a aussi marqué le début du subventionnement de la recherche scientifique par les gouvernements. Bien qu'ils furent jugés révolutionnaires à l'époque, les principes posés par l'API à l'égard de la recherche scientifique se sont rapidement implantés comme règles tenues pour acquises. Souvent, les scientifiques ne savent pas à quel point leur liberté de faire des études et d'échanger ouvertement des renseignements tient aux progrès réalisés au chapitre de la science polaire.

Après l'API, l'intérêt scientifique pour les régions polaires du sud a connu un certain ralentissement, mais entre 1897 et 1914 une douzaine d'expéditions de l'Australie, la Belgique,

running since and the location of the area of the South Magnetic Pole.

There was little science connected with Shackleton's dramatic second (1914–17) and third (1922) expeditions, but a large amount of oceanographic data was collected in the Drake Passage and northern Weddell Sea. In the 1920s, as whaling became the main activity in the south polar region, good biological information was needed, and in 1924, Britain established the first biological station on South Georgia. Technology advanced and resulted in changes in Antarctic research. In 1928–29, the Byrd (US) expedition flew to the South Pole, but experiments with mechanical over-snow vehicles were not successful. Dog sledge remained the dominant mode of travel for scientific fieldwork, *e.g.*, in the Transantarctic Mountains. In 1931, Britain organized a continuing marine research program using dedicated research vessels. This was the first multi-year research program and brought the first scientific research vessels to the Antarctic region.

The world-wide economic depression of the 1930s restricted the Second IPY to the Arctic. In Antarctica, the expeditionary field was left to amateurs and this changed the scale and methods of science. The second Byrd expedition (1933–35) had only token government support, but the expedition added much to our knowledge of the region. The expedition established the eastern limits of the Ross Sea and Ice shelf, studied the geology of the Transantarctic Mountains and made seismic soundings to determine the thickness of the ice sheet. The British Graham Land Expedition (1934–37) was also a private venture, carried out on a virtual shoestring. But it accomplished excellent small-scale studies of the geology, marine biology, glaciers, and meteorological phenomena in the central part of the Antarctic Peninsula.

The period leading up to and includinging World War II saw a revival of national interest in Antarctica, but at first, little interest in science. Argentina and Chile made rival claims overlapping the territory already claimed by Britain. Britain responded by establishing research and survey bases at Deception Island and Port Lockroy and the latter became a leading contributor to geophysical investigations. Government-supported activities in the late 1940s also included two US operations. The Norwegian-British-Swedish Antarctic Expedition of 1949–52 [*where Dr. Roots was Senior Geologist*] was a milestone in international science cooperation in Antarctica. The expedition made important contributions to glaciology, geology, oceanography, meteorology and biology over a two-and-a-half year period. In retrospect, the expedition

l'Angleterre, la France, l'Allemagne, la Norvège, l'Écosse et la Suède ont engendré des visites de l'Antarctique. Cette période était l'« ère héroïque » de l'exploration de l'Antarctique. Même si la recherche du savoir scientifique était une aspiration secondaire associée à l'exploration et aux rivalités géographiques, nombre de scientifiques ont participé à ces expéditions, et des exploits ont été réalisés. À cet égard, il convient de mentionner le premier hiver passé sur le continent, la station météorologique établie sur l'île Laurie, qui depuis lors a été continuellement exploitée, et la localisation de l'endroit appelé pôle Sud magnétique.

Les tragiques deuxième (1914–1917) et troisième (1922) expéditions de Shackleton n'avaient guère de liens avec la science, mais un grand nombre de données océanographiques ont été recueillies dans le passage Drake et la partie nord de la mer de Weddell. Dans les années 1920, lorsque la pêche à la baleine est devenue la principale activité dans la région polaire du sud, il était nécessaire d'avoir de bonnes données biologiques. C'est pourquoi en 1924 la Grande-Bretagne a ouvert la première station biologique en Géorgie du sud. Des progrès technologiques ont été réalisés, ce qui a suscité des changements dans la recherche antarctique. En 1928–1929, les membres de l'expédition de Byrd (É.-U.) se sont rendus par avion au pôle Sud, mais les expériences menées à l'aide de véhicules adaptés à la neige n'ont pas donné les résultats souhaités. Les traîneaux tiré par des chiens ont été le principal moyen de transport pour les travaux scientifiques sur le terrain, c.-à-d. dans les montagnes transantarctiques. En 1931, la Grande-Bretagne a mis sur pied un programme continu d'études en milieu marin prévoyant l'utilisation de navires de recherche spécialement adaptés. C'était là le premier programme de recherche pluriannuelle qui a amené les premiers navires de recherche scientifique dans la région antarctique.

Vu la crise économique mondiale des années 1930, la deuxième API a été limitée à l'Arctique. En Antarctique, on a laissé les amateurs organiser des expéditions, ce qui a changé l'étendue du travail scientifique et les méthodes utilisées. La deuxième expédition de Byrd (1933–1935) avait obtenu à peine une aide symbolique du gouvernement, mais elle a beaucoup ajouté à notre connaissance de la région. Elle a servi à établir les limites orientales de la mer et de la plate-forme de glace de Ross, à faire des études sur la géologie des montagnes transantarctiques et des sondages sismiques pour déterminer l'épaisseur de la nappe glaciaire. L'expédition terrestre britannique de Graham, effectuée de 1934 à 1937, a aussi été réalisée grâce à des intérêts privés, sur un budget très restreint. Elle a toutefois engendré d'excellentes études à petite échelle sur la géologie, la biologie du milieu marin, les glaciers et les phénomènes météorologiques de la partie centrale de la péninsule antarctique.

La période qui a précédé et inclus la Deuxième guerre mondiale a suscité un regain de l'intérêt national pour

accomplished much to prepare Antarctic science for the future International Geophysical Year (IGY) 1957–58.

The period 1955–57 saw a veritable surge of national activities establishing major scientific footholds on Antarctica. American, Argentinian, British, French, and Soviet bases were built. Icebreaker voyages gathered oceanographic and coastal information, and inland, geophysical data were collected during long over-snow traverses. The IGY itself in 1957–58 was a multi-national, multi-subject research program with 11 countries sponsoring 37 year-round stations, and involving 1200 scientists. The IGY differed from the IPYs by focusing on scientific understanding of processes and of inter-relationships in the earth, atmospheric, and space phenomena, rather than mere observation. Sputnik, the first man made satellite was launched during the IGY. The Scientific Committee for Antarctic Research (SCAR) was formed in 1958 and has remained the essential coordinator and communicator of and for Antarctic science. The Antarctic Treaty was signed in 1959 and entered into force in 1961, heralding the evolution of the Antarctic Treaty System.

Today, Antarctic science is an essential part of world science and it is addressing major problems of the planet and its mechanisms and ecosystems. Science in Antarctica provides a unique and increasingly important service to communication, education, awareness of the planet, of Nature, and the environment we all share, and in building a responsibility for stewardship for the Earth.

l'Antarctique, mais au début on ne portait guère attention à la science. Les prétentions à la propriété rivales de l'Argentine et du Chili portaient sur des terres qui chevauchaient le territoire déjà revendiqué par la Grande-Bretagne. Cette dernière a alors établi des bases de recherche et de sondage sur l'île Deception et à Port Lockroy, et plus tard ce dernier endroit est devenu l'un des principaux centres pour la contribution aux enquêtes géophysiques. À la fin des années 1940, les activités subventionnées par les gouvernements incluaient également deux activités américaines. L'expédition antarctique norvégienne-britannique-suédoise de 1949–1952 [*où M. Roots était géologue principal*] est un jalon de la coopération scientifique internationale en Antarctique. En deux ans et demi, l'expédition a apporté une importante contribution aux secteurs de la glaciologie, de la géologie, de l'océanographie, de la météorologie et de la biologie. En rétrospective, elle a beaucoup contribué à préparer le dossier de la science antarctique en vue de la future année géophysique internationale (AGI) 1957–1958.

Durant la période de 1955–1957, on a assisté à un véritable essor des activités nationales qui ont donné lieu à des emprises scientifiques majeures en Antarctique. Des bases américaines, argentines, britanniques, françaises et soviétiques ont été construites. La recherche à l'aide de brise-glaces a servi à assembler des informations océanographiques et des renseignements sur les côtes et les terres intérieures, et les spécialistes ont recueilli des données géophysiques au cours de longues traversées de zones enneigées. L'AGI comme telle, en 1957–1958, était un programme de recherche multinational axé sur de nombreux sujets: onze pays ont subventionné 37 stations ouvertes toute l'année où 1 200 scientifiques ont travaillé. L'AGI était différente des API puisqu'elle misait sur la compréhension scientifique des processus et s'intéressait aux interrapports propres à des phénomènes qui se produisent sur la Terre, dans l'atmosphère et dans l'espace, et non pas seulement aux observations. Spoutnik, le premier satellite construit par l'homme, a été lancé durant l'AGI. Le Comité scientifique pour les recherches antarctiques (CSRA) a été formé en 1958, et depuis lors il est le coordonnateur essentiel qui assure les communications en rapport avec la science antarctique. Le Traité sur l'Antarctique a été signé en 1959 et est entré en vigueur en 1961, signalant ainsi l'évolution du système du Traité sur l'Antarctique.

Aujourd'hui la science antarctique est un élément essentiel de la science mondiale. Elle se penche sur les problèmes majeurs de la planète, ses mécanismes et ses écosystèmes. Science in Antarctica fournit un service unique de plus en plus important pour les communications, l'éducation, la sensibilisation à la planète, à la nature et à l'environnement que nous partageons tous. L'organisme crée un sens des responsabilités favorisant l'intendance à l'égard de la Terre.

CANADIAN POLAR COMMISSION
COMMISSION CANADIENNE DES AFFAIRES POLAIRES

Canadian Polar Commission
Suite 1710, Constitution Square
360 Albert Street
Ottawa, Ontario K1R 7X7
Canada
Tel: (613) 943-8605
Fax: (613) 943-8607
Toll-free: 1-888-765-2701
E-mail: mail@polarcom.gc.ca
Internet: www.polarcom.gc.ca

Commission canadienne des affaires polaires
Piece 1710, Constitution Square
360, rue Albert
Ottawa (Ontario) K1R 7X7
Canada
Tel. : (613) 943-8605
Telec. : (613) 943-8607
Sans frais : 1-888-765-2701
Courriel : mail@polarcom.gc.ca
Internet : www.polarcom.gc.ca